Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan
Republik Indonesia
2013

TEKNIK KERJA BENGKEL TELEKOMUNIKASI



2

UNTUK SMK/MAK X

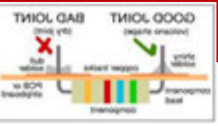


HAK CIPTA & DISKLAIMER

Penulis	**: Rugianto**
Editor Materi	**: Nurhadi Budi Santoso**
Editor Bahasa	**:**
Ilustrasi Sampul	**:**
Desain & Ilustrasi Buku	**: PPPPTK BOE Malang**

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: vedcmalang@vedcmalang.or.id, Laman: www.vedcmalang.com



DISKLAIMER (*DISCLAIMER*)

Penerbit tidak menjamin kebenaran dan keakuratan isi/informasi yang tertulis di dalam buku tek ini. Kebenaran dan keakuratan isi/informasi merupakan tanggung jawab dan wewenang dari penulis.

Penerbit tidak bertanggung jawab dan tidak melayani terhadap semua komentar apapun yang ada didalam buku teks ini. Setiap komentar yang tercantum untuk tujuan perbaikan isi adalah tanggung jawab dari masing-masing penulis.

Setiap kutipan yang ada di dalam buku teks akan dicantumkan sumbernya dan penerbit tidak bertanggung jawab terhadap isi dari kutipan tersebut. Kebenaran keakuratan isi kutipan tetap menjadi tanggung jawab dan hak diberikan pada penulis dan pemilik asli. Penulis bertanggung jawab penuh terhadap setiap perawatan (perbaikan) dalam menyusun informasi dan bahan dalam buku teks ini.

Penerbit tidak bertanggung jawab atas kerugian, kerusakan atau ketidaknyamanan yang disebabkan sebagai akibat dari ketidakjelasan, ketidaktepatan atau kesalahan didalam menyusun makna kalimat didalam buku teks ini.

Kewenangan Penerbit hanya sebatas memindahkan atau menerbitkan mempublikasi, mencetak, memegang dan memproses data sesuai dengan undang-undang yang berkaitan dengan perlindungan data.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)
Bodi Repair, Edisi Pertama 2013
Kementerian Pendidikan & Kebudayaan
Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, th. 2013: Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bidang Studi Teknik Kerja Bengkel Telekomunikasi.

Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (*teaching*) menjadi BELAJAR (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (*teachers-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*student-centered*), dari pembelajaran pasif (*pasive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning-CBSA*) atau *Student Active Learning-SAL*.

Buku teks ″ Teknik Kerja Bengkel Telekomunikasi ″ ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains.

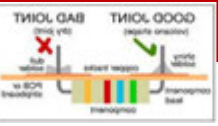
Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran ″ Teknik Kerja Bengkel Telekomunikasi ″ ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan penyelidikan ilmiah (penerapan saintifik), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat PembinaanSekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku teks Siswa untuk Mata Pelajaran Teknik Kerja Bengkel Telekomunikasi kelas X/Semester 2 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Jakarta, 12 Desember 2013

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

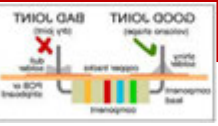
Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA



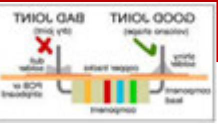
DAFTAR ISI





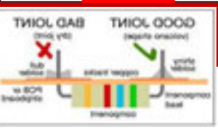








III. Penerapan



PETA KEDUDUKAN MODUL

BIDANG STUDI KEAHLIAN : TEKNIK INFORMASI dan KOMUNIKASI
PROGRAM STUDI KEAHLIAN : TEKNIK TELEKOMUNIKASI
PAKET KEAHLIAN : 1. TEKNIK TRANSMISI TELEKOMUNIKASI (057)
2. TEKNIK SUITSING (058)
3. TEKNIK JARINGAN AKSES (060)

Kelas X
Semester : ~~Ganjil~~ / Genap
Materi Ajar : Teknik Kerja Bengkel Teknik Telekomunikasi

Sistem Transmisi CPE	Sistem Transmisi Backbone (Radio,Optik,	Sistem Transmisi Satelit	Sistem Management Jaringan	Sistem Multiplex	Sistem Celluler

Kelas XI dan Kelas XII

C3:Teknik Elektronika Komunikasi

Teknik Kerja Bengkel	Teknik Listrik	Teknik Elektronika	Simulasi Digital	Dasar Sistem Telekomunikasi

Kelas X

C2.Dasar Kompetensi Kejuruan

Fisika	Pemrograman Dasar	Sistem komputer

Kelas X, XI

C1. Dasar Bidang Kejuruan

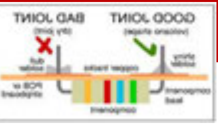
KELOMPOK C (Kejuruan)

Seni Budaya (termasuk muatan lokal)	Prakarya dan Kewirausahaan	Pendidikan Jasmani, Olah Raga dan Kesehatan

Kelas X, XI, XI



KELOMPOK B (WAJIB)					
Pendidikan Agama dan Budi Pekerti	Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan	Bahasa Indonesia	Matematika	Sejarah Indonesia	Bahasa Inggris
Kelas X, XI, XI					
KELOMPOK A (WAJIB)					



GLOSARIUM

Keselamatan kerja : suatu upaya agar pekerja selamat di tempat kerjanya sehingga terhindar dari kecelakaan termasuk juga untuk menyelamatkan peralatan serta produksinya.

Kesehatan kerja : suatu upaya untuk menjaga kesehatan pekerja dan mencegah pencemaran disekitar tempat kerjanya (masyarakat dan lingkungan).

Emergency exit : jalan penyelamatan

First aids/PPPK : pertolongan pertama

Kecelakaan kerja : kecelakaan yang terjadi dalam hubungan kerja atau sedang melakukan pekerjaan disuatu tempat kerja

Unsafe action : Perbuatan manusia yang tidak aman

Unsafe condition : Kondisi lingkungan yang tidak aman

Bio-safety : usaha mengurangi atau menghindari peluang terinfeksinya pekerja atau terlepasnya suatu mikroorganisme yang berpotensi menimbulkan bahaya bagi lingkungan.

Ergonomy : gabungan dari berbagai disiplin ilmu seperti : antropologi (budaya /adat), biometrika, faal (urai tubuh), hygiene (gizi), kesehatan kerja, perencanaan kerja

OSHA *: Occupational Safety and Health Administration*

NIOSH : the National Institute for Occupational Safety and Health

CDC : the Centers for Disease Control and Prevention

NRC : the National Research Council

NIH : and the National Institutes of Health

Personal protective Equipment-PPE : peralatan yang akan melindungi pengguna terhadap risiko kesehatan atau keselamatan di tempat kerja.



Hazard electricity : bahaya akibat tegangan sentuh/sengatan listrik

Ground/tanah : sambungan listrik fisik ke bumi

Ground Fault Circuit Interrupters (GFCI) : Instalasi sistem pentanahan instalasi listrik : menggunakan sistem.

Flash Arc : fenomena di mana *flashover* arus listrik meninggalkan jalurnya dan perjalanan melalui udara (konsleting) dari satu konduktor ke yang lain, atau ke tanah

Arc-Fault Circuit Interrupters-AFCIs : sistem proteksi akibat gangguan *Flash Arc* : menggunakan sistem instalasi listrik

Recycle : proses mendaur ulang air bekas proses atau bahan baku yang tidak ikut terolah ke dalam aktivitas proses produksi

Reused : proses mendaur ulang bahan baku yang sudah dipakai untuk keperluan lain yang bermanfaat tanpa merubah keadaan fisik bahan tersebut.

Recovery : proses daur ulang untuk memperoleh kembali unsur tertentu dari limbah suatu proses produksi.

Reduce : proses pengurangan timbulan limbah sehingga menimbulkan dampak sesedikit mungkin pada lingkungan dengan cara mengganti atau mensubstitusi bahan baku oleh bahan yang ramah lingkungan

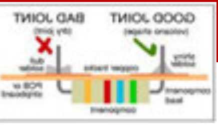
Land disposal and storage : Pembuangan ke lahan dan penyimpanan

Treatment : Pengolahan

Waste reduction : Pengurangan timbulan limbah

Recycling dan recovery : Daur ulang dan perolehan kembali

Incineration : Pembakaran



I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Sistem penerapan pekerjaan bengkel berdasarkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar dan undang-undang regional (nasional) dan internasional dan penerapan dasar-dasar kerja mekanik seperti teknik sambung, pembuatan box (cassing) dan teknik soldering desoldering di bidang rekayasa fabrikasi peralatan elektronika komunikasi adalah merupakan dasar dari pekerjaan di bidang teknik telekomunikasi. Untuk itu pada pekerjaan ini siswa diharapkan dapat melakukan dan menguasai dengan benar karena akan menunjang pada proses pembelajaran berikutnya.

Sistem penerapan pekerjaan bengkel berdasarkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar dan undang-undang regional (nasional) dan internasional dan penerapan dasar-dasar kerja mekanik seperti teknik sambung, dan teknik soldering desoldering di bidang rekayasa fabrikasi peralatan elektronika komunikasi merupakan salah satu bentuk dan alat bantu ajar yang dapat digunakan baik di bengkel pada saat siswa melakukan pekerjaan di bengkel teknik telekomunikasi. Dengan modul ini maka diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas proses belajar mengajar yang berorientasi pada proses pembelajaran tuntas.

Dengan modul ini diharapkan proses belajar mengajar akan menjadi program dan terencana untuk meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan pada siswa didik.

B. Prasyarat

Sebelum melakukan penerapan pekerjaan bengkel berdasarkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar dan undang-undang regional (nasional) dan internasional dan penerapan dasar-dasar kerja mekanik seperti teknik sambung, dan teknik soldering desoldering di bidang rekayasa fabrikasi



peralatan elektronika telekomunikasi, siswa sudah harus mengetahui jenis-jenis peralatan tangan listrik diantaranya tang, pengupas kabel, gergaji dan peralatan lain yang menunjang proses pekerjaan teknik kerja bengkel telekomunikasi.

C. Petunjuk Penggunaan

Langkah - langkah yang harus dilakukan untuk mempelajari modul ini:

a. Bagi siswa atau peserta didik:

1. Bacalah tujuan antara dan tujuan akhir dengan seksama,
2. Bacalah Uraian Materi pada setiap kegiatan belajar dengan seksama sebagai teori penunjang,
3. Baca dan ikuti langkah kerja yang ada pada modul ini pada tiap proses pembelajaran sebelum melakukan atau mempraktekkan,
4. Persiapkan peralatan yang digunakan pada setiap kegiatan belajar yang sesuai dan benar,

b. Bagi guru pembina / pembimbing:

1. Dengan mengikuti penjelasan didalam modul ini, susunlah tahapan penyelesaian yang diberikan kepada siswa / peserta didik.
2. Berikanlah penjelasan mengenai peranan dan pentingnya materi dari modul ini.
3. Berikanlah penjelasan serinci mungkin pada setiap tahapan tugas yang diberikan kepada siswa.
4. Berilah contoh gambar-gambar atau barang yang sudah jadi, untuk memberikan wawasan kepada siswa.
5. Lakukan evaluasi pada setiap akhir penyelesaian tahapan tugas.
6. Berilah penghargaan kepada siswa didik yang setimpal dengan hasil karyanya.

D. Tujuan Akhir

1. Peserta / siswa dapat menjelaskan dan menerapkan pekerjaan bengkel berdasarkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar danundang-undang regional (nasional) dan internasional
2. Peserta / siswa dapat menjelaskan dan menerapkan dasar-dasar kerja mekanik seperti teknik sambung, dan teknik soldering desoldering di bidang rekayasa fabrikasi peralatan elektronika komunikasi.

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

Dengan menguasai modul ini diharapkan peserta / siswa didik dapat menjelaskan penerapan pekerjaan bengkel berdasarkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar dan undang-undang regional (nasional) dan internasional dan penerapan dasar-dasar kerja mekanik seperti teknik sambung, dan teknik soldering desoldering di bidang rekayasa fabrikasi peralatan elektronika komunikasi dalam teknik kerja bengkel teknik telekomunikasi.

F. Cek Kemampuan Awal

Pada awal pembelajaran siswa didik diberi tugas untuk melaksanakan pekerjaan sistem penerapan pekerjaan bengkel berdasarkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar dan undang-undang regional (nasional) dan internasional dan penerapan dasar-dasar kerja mekanik seperti teknik sambung, dan teknik soldering desoldering di bidang rekayasa fabrikasi peralatan elektronika telekomunikasi dalam teknik kerja bengkel teknik telekomunikasi.

Apabila siswa telah dapat melaksanakan tugas tersebut dengan benar, aman dan sesuai dengan sistem pengelolaannya maka siswa yang bersangkutan sudah dapat ujian untuk mendapatkan sertifikat, dan tidak perlu mengkuti modul ini serta diperbolehkan langsung mengikuti modul berikutnya.



II. Pembelajaran

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1.

Penerapan Kesehatan dan keselamatan dalam menghindari risiko kecelakaan pada saat kerja praktik di Bengkel

a. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat / siswa dapat :

- Menjelaskan pengertian Keselamatan & Kesehatan Kerja
- Menyebutkan persyaratan di ruang lingkup K3
- Menjelaskan penyebab Kecelakaan Kerja
- Menyebutkan Sumber-Sumber Kecelakaan Kerja
- Menjelaskan Kesehatan Kerja

b. Uraian Materi

1. Pengertian Keselamatan & Kesehatan Kerja

Keselamatan kerja diartikan sebagai suatu upaya agar pekerja selamat di tempat kerjanya sehingga terhindar dari kecelakaan termasuk juga untuk menyelamatkan peralatan serta produksinya. Kesehatan kerja diartikan sebagai suatu upaya untuk menjaga kesehatan pekerja dan mencegah pencemaran disekitar tempat kerjanya (masyarakat dan lingkungan). Di Undang-undang No. 14, Tahun 1969 tentang : Ketentuan Pokok Mengenai Tenaga Kerja, disebutkan bahwa “Tiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan atas keselamatan, kesehatan, kesusilaan, dan pemeliharaan moral kerja serta perlakuan yang sesuai dengan martabat manusia, moral dan agama. Kemudian menurut UU No.1 Tahun 70 tahun, mengatur tentang keselamatan kerja di segala tempat kerja, baik di darat, di dalam tanah, di permukaan air, di dalam air, maupun di udara yang berada di wilayah kekuasaan hukum Republik Indonesia. Kemudian menurut *ILO (International Labour*

Organisation) fungsi kesehatan adalah : melindungi pekerja terhadap kesehatan yang mungkin timbul dari pekerjaan dan lingkungan kerja. Membantu pekerja menyesuaikan diri dengan pekerjaan baik fisik maupun mental serta menyadari kewajiban terhadap pekerjaannya. Memperbaiki memelihara keadaan fisik mental maupun sosial pekerja sebaik mungkin. Secara umum tujuan Kesehatan & Keselamatan Kerja (K3) adalah sebagai berikut :

- Melindungi tenaga kerja atas hak keselamatan dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional.
- Menjamin keselamatan dan kesehatan orang lain yang berada di tempat dan sekitar pekerjaan itu,
- Menjamin terpeliharanya sumber produksi dan pendayagunaannya secara aman,efisien dan Efektif.
- Khusus dari segi kesehatan, mencegah dan membasmi penyakit akibat pekerjaan.

Menurut sumber buku yang lain (Kerja dan Keselamatan Tatalaksana Bengkel), dikatakan bahwa tujuan tindakan Keselamatan & Kesehatan Kerja (K3) adalah : Mencegah terjadinya kecelakaan di workshop; Mencegah timbulnya penyakit akibat pekerjaan; Mencegah/ mengurangi kematian; Mencegah/mengurangi cacad tetap; Mengamankan Material, konstruksi, pemakaian, pemeliharaan bangunan-bangunan, alat-alat kerja, mesin-mesin, instalasi dan sebagainya; Meningkatkan Produktiffitas kerja tanpa memeras tenaga dan menjamin kehidupan produktifitasnya; Mencegah pemborosan tenaga kerja, modal, alat-alat dan sumber-sumber produksi lainnya sewaktu kerja dsb; Menjamin kegembiraan semangat kerja; dan memperlancar, meningkatkan dan mengamankan produksi, industri dan pembangunan.

2. Ruang Lingkup K3

Ruang lingkup tindakan K3 dilakukan di setiap pekerjaan, kapanpun dan di manapun. Tindakan keselamatan kerja dilakukan di tempat kerja, di lingkungan keluarga /rumah tangga, lingkungan masyarakat. Adapun syarat-syarat pelaksanaan K3 diperuntukan untuk:

- Mencegah dan mengurangi kecelakaan.
- Membuat jalan penyelamatan (*emergency exit*),
- Memberi pertolongan pertama(*first aids*/PPPK),
- Memberi peralatan pelindung pada pekerja dan alat kerja,
- mempertimbangkan faktor-faktor kenyamanan kerja,
- Mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit fisik dan psychis
- Memelihara ketertiban dan kebersihan kerja,
- Mengusahakan keserasian antar pekerja, perkakas, lingkungan dan proses kerja

Adapun aspek keselamatan kerja jika dilakukan di bengkel perlu ada tanggung jawab moral dan komitmen, adanya kemampuan sumber daya manusia, dan tindakan pencegahan. Tujuan utama kesehatan kerja antara lain meliputi : Pencegahan dan pemberantasan penyakit-penyakit dan kecelakaan akibat kerja; Pemeliharaan dan peningkatan kesehatan dan gizi tenaga kerja; Perawatan, efisiensi dan produktifitas tenaga kerja; Pemberantasan kelelahan tenaga kerja dan meningkatkan kegairahan serta kenikmatan kerja; Perlindungan masyarakat luas dari bahaya-bahaya yang mungkin ditimbulkan oleh produk-produk kesehatan.

Ada dua hal dalam penanganan resiko keselamatan kerja, yaitu resiko fisik tempat kerja, dan resiko kesehatan kerja. Resiko keselamatan kerja meliputi aspek-aspek dari lingkungan kerja yang dapat menyebabkan kerusakan fisik tempat kerja, alat dan manusia. Resiko kesehatan kerja meliputi aspek-aspek lingkungan kerja yang dapat menyebabkan kondisi tidak sehat pada pekerja yang dapat menimbulkan kerusakan atau kerugian baik fisik maupun psikis dalam jangka waktu tertentu.

Di samping itu, tujuan Keselamatan Kerja meliputi : Melindungi tenaga kerja atas hak keselamatan dalam melakukan pekerjaan; untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktifitas nasional ; Menjamin keselamatan setiap orang lain yang berada di tempat kerja; Sumber produksi dipelihara dan dipergunakan secara aman dan efisien; dan Sasaran utama keselamatan kerja adalah tempat kerja.

Syarat Keselamatan Kerja harus mengarah pada:

- Mencegah dan mengurangi terjadinya kecelakaan;
- Mencegah, mengurangi, dan memadamkan kebakaran;
- Mencegah dan mengurangi bahaya peledakan;
- Memberi kesempatan atau jalan menyelamatkan diri pada waktu kebakaran;
- Memberi pertolongan pada kecelakaan;
- Membeli alat-alat pelindung diri pada para pekerja.

Dengan terjaminnya tercapainya tujuan dan persyaratan keselamatan kerja akan mempengaruhi pekerja atau siapa saja yang terkait dengan pekerjaan tersebut. Tidak hanya orang yang terkait di dalamnya, akan tetapi juga lingkungan dan benda kerja yang diproses.

Pengaruh yang akan muncul di antaranya bahwa lingkungan kerja menjadi lebih aman, pekerja termotivasi untuk bekerja secara lebih baik, dan termotivasi. Proses pegiatan menjadi lebih produktif, nyaman, dan kegairaahan dalam melakukan pekerjaan. Kemungkinan terjadinya kecelakaan dapat diminimalkan, ergonomy, dan tingkat kesehatan membaik. Peralatan/alat relatif terpelihara, juga jauh dari kemungkinan terjadinya kebakaran.

Untuk itu, perlu dilakukan tindakan preventif, dengan cara setiap pekerjaan harus dilakukan secara benar sesuai dengan SOP, ada alur kerja yang jelas;

- Menyiapkan dokter kesehatan;
- Dilakukanya pelatihan PPPK bagi semua SDM yang terlibat dalam pekerjaan, pembentukan seksi dan pasukan khusus, perencanaan gedung, ruang, bengkel tempat kerja sesuai standar, pemahaman terhadap UU K3;
- Kedisiplinan, ketaatan dan kepatuhan;
- Kontrol, evaluasi dan pengembangan *preplacement*; pemeriksaan priodic;
- Perencanaan jangka pendek dan panjang;
- Pendidikan dan pelatihan tentang potensi dan bahaya akibat kerja; melakukan studi banding; mendatangkan ahli; epidemiology study; ergonomy; pencatatan dan pelaporan; dan dilakukan immunisasi.



Namun demikian, walaupun masalah K3 telah dirancang dan disiapkan dengan sebaik-baiknya, tetap saja ada kesalahan yang mengakibatkan terjadinya kecelakaan. Hal ini diakibatkan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Pribadi yang tidak siap bekerja;
- Suasana tidak kondusif dan nyaman;
- Pekerja yang tidak kompeten;
- Alat/peralatan yang tidak sesuai peruntukannya;
- Kondisi alat/peralatan yang tidak aman;
- Lingkungan kerja tidak siap / berbahaya;
- Penerangan tidak cukup / berlebihan Kotor dan tidak teratur;
- Perlengkapan keselamatan kerja yang kurang;
- Bekerja tidak sesuai SOP;
- Tak ada rambu-rambu / Tanda-tanda;
- Tak ada aturan;
- Tak ada alat keselamatan kerja; dan sebagainya.

Untuk itu maka perlu memperhatikan beberapa hal yang bisa dilakukan, agar kesalahan atau kecelakaan dapat seminimal mungkin. Hal-hal yang harus diperhatikan antara lain : Alat Pelindung Diri (APD) dipakai sesuai peraturan dan peruntukkannya. Perhatikan petunjuk gambar APD pada Gambar berikut:



Gambar 1. Label Penandaan anjuran dalam pelaksanaan K3

Hal lain yang harus menjadi perhatian antara lain meliputi:

- Pakaian, rambut, dan kuku;
- Patuhi aturan perletakan alat kerja;
- Pembuangan bahan bekas, pakaian kerja;
- Membuat laporan kejadian;
- Melaksanakan dengan tertib aturan, peraturan, tata tertib, Undang-undang tentang K3;
- Jangan gunakan peralatan rusak;
- Bersihkan mesin sesudah dipakai;
- Pastikan tak ada peralatan tertinggal;
- Listrik mati/off sebelum ditinggal;
- Semua peralatan telah dikembalikan ke tempat semula, Jangan gunakan peralatan tanpa hak;
- Saat akan menjalankan mesin pastikan semua kencang, terikat, tak ada perlengkapan mengganggu;
- Lantai bersih;
- Membuat laporan akhir;
- Mengisi *log book* pemakaian alat / mesin;
- Pekerja paham K3;
- Dapat menggunakan perlengkapan K3;
- Menggunakan pakaian kerja standard;
- Memahami sistem Evakuasi Oleh karena itu perlu disiapkan dan dipastikan bahwa semua peralatan harus layak pakai.

Tak ada hal yang mencurigakan menjadi penyebab keadaan membuat tidak sehat dan berbahaya. Sistem alarm bekerja dan sistem keselamatan kerja bekerja dengan baik. Perlu latihan/simulasi penanggulangan bahaya dan evakuasi. Inspeksi dan tindakan M & R secara periodik terhadap semua hal yang berpotensi menjadi penyebab sakit/kecelakaan. Tak boleh menjalankan/menggunakan alat/mesin tanpa memiliki kompetensi APD yang lain yang masih layak pakai, dapat dilihat pada Gambar berikut ini.





Gambar 2. Jenis–jenis APD yang seharusnya

3. Kecelakaan Kerja

Kecelakaan adalah suatu kejadian atau peristiwa yang tidak diinginkan atau tidak disengaja serta tiba-tiba dan menimbulkan kerugian, baik harta maupun jiwa manusia.

Kecelakaan kerja adalah kecelakaan yang terjadi dalam hubungan kerja atau sedang melakukan pekerjaan disuatu tempat kerja. Ada 3 faktor utama terjadinya kecelakaan yaitu :

1) Perbuatan manusia yang tidak aman (*unsafe action*)

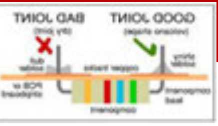
2) Kondisi lingkungan yang tidak aman (*unsafe condition*)

3) Manajemen

Kecelakaan kerja adalah kejadian yang tak terduga dan yang tidak diharapkan. Kecelakaan akibat kerja adalah kecelakaan yang berhubungan dengan pekerjaan pada perusahaan. Kecelakaan terjadi dikarenakan oleh pekerjaan atau pada saat melakukan pekerjaan. Maka dalam hal ini terdapat dua hal penting yaitu;

1). Kecelakaan adalah akibat langsung pekerjaan

2). Kecelakaan terjadi pada saat pekerjaan sedang dilakukan



Banyak teori tentang peyebab kecelakaan, misalnya teori faktor manusia, teori tiga faksi, teori domino dan sebagainya. Secara operasional dapat diberikan contoh sebagai berikut :

1). Kegagalan komponen, misalnya :

- Desain yang memadai, bahan korosif
- Kegagalan mekanik, kegagalan pompa kompresor
- Kegagalan sistem kontrol.

2). Kegagalan system

3). Penyimpangan dari kondisi operasi normal

4). Kegagalan memonitoring proses

5). Kegagalan prosedur *start up* atau *shut down*

6). Terbentuknya produk sampling, residu

7). *Human error*

8). Kesalahan operator

9). Mencampur bahan berbahaya, label tidak jelas

10). Kesalahan komunikasi

11). Faktor luar (bencana)

12). Sarana transportasi

13). Faktor alam, angin, banjir, petir.

14). Pemutakiran prosedur secara berkala.

4. Sumber-Sumber Kecelakaan Kerja

Beberapa sumber kecelakaan kerja yang sering terjadi biasanya oleh sifat pekerjaan atau beberapa tempat yang memiliki resiko akan terjadinya kecelakaan.

Sumber-sumber kecelakaan kerja antara lain ;

1) Bahan Kimia :

Yang termasuk bahan kimia, antara lain meliputi bahan mudah terbakar, bersifat racun, korosif, tidak stabil, sangat reaktif, dan gas yang berbahaya.

2) Bahan-bahan Biologis.

Upaya keselamatan bekerja dengan bahan-bahan biologis dikenal dengan istilah *Bio-safety*, yaitu usaha mengurangi atau menghindari



peluang terinfeksinya pekerja atau terlepasnya suatu mikroorganisme yang berpotensi menimbulkan bahaya bagi lingkungan.

3) Aliran Listrik

Penggunaan peralatan dengan daya listrik yang besar akan memberikan kemungkinan untuk terjadinya kecelakaan kerja seperti terkena aliran listrik (strom).

4) Ionisasi Radiasi

Ionisasi radiasi dapat dikeluarkan dari peralatan semacam X-ray difraksi atau radiasi internal yang digunakan oleh material radioaktif yang dapat masuk ke dalam badan manusia melalui pernafasan, atau serapan melalui kulit.

5) Mekanik.

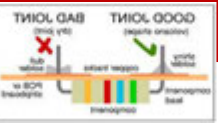
Walaupun robot banyak digunakan, tetapi pekerjaan mekanik seperti transportasi bahan baku, penggantian peralatan habis pakai, masih harus dilakukan secara manual, sehingga kesalahan prosedur kerja dapat terjadi dan menyebabkan kecelakaan kerja. Peralatan keselamatan kerja seperti pakaian kerja, helmet, kacamata, sarung tangan, sepatu, dan lain-lain perlu mendapatkan perhatian khusus dalam lingkup pekerjaan ini

6) Api.

Hampir semua laboratorium atau industri menggunakan bahan kimia Cairan mudah terbakar yang sering digunakan dalam laboratorium atau industri adalah hidrokarbon. Bahan mudah terbakar yang lain misalnya pelarut organik seperti aseton, benzen, butanol, etanol, dietil eter, karbon disulfida, toluena, heksana, dan lain-lain

7) Suara (kebisingan).

Sumber kecelakaan kerja yang satu ini pada umumnya terjadi hampir di semua industri, (kecil, menengah dan besar). Generator pembangkit listrik, instalasi pendingin, atau mesin pneumatik, industri tekstil merupakan sekian contoh dari peralatan yang diperlukan dalam industri. Peralatan-peralatan tersebut berpotensi mengeluarkan suara yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan kerja.



Untuk mengatasi kecelakaan & gangguan kesehatan kerja bisa dilakukan melalui Pendekatan Ergonomy . Ergonomy adalah gabungan dari berbagai disiplin ilmu seperti : antropologi (budaya /adat), biometrika, faal (urai tubuh), hygiene (gizi), kesehatan kerja, perencanaan kerja. Ergonomi ini berkaitan dengan :

1) penyelarasan pekerjaan dengan tenaga kerjanya (the right man in the right place).
2) Perencanaan pekerjaan agar dapat menggunakan kemampuan manusia tanpa melebihi batasnya.
3) Perencana sistem “man-machine” dengan tenaga kerja, dimana manusia sebagai kerangka referensinya
4) Pertalian antara teknologi dengan ilmu biologi manusia.

Di samping itu tindakan preventif akan terjadinya kecelakaan kerja dapat dilakukan melalui pemasangan rambu-rambu keselamatan kerja. Pemasangan rambu-rambu keselamatan dilakukan sebagai upaya untuk mengatasi kecelakaan dan gangguan kesehatan dapat diberi peringatan berupa rambu-rambu atau simbol, misalnya tanda larangan, peringatan, perintah atau anjuran. Pada tabel berikut diberikan beberapa contoh rambu-rambu berdasarkan warna dalam penerapan K3.

Tabel 1. Rambu-rambu Warna yang harus diperhatikan dalam penerapan K3

Warna	Merah	Kuning	Hijau	Biru
Arti	Larangan Berhenti	Hati-hati Bahaya	Aman PPPK	Perintah Anjuran
Kontras	Putih	Hitam	Putih	Putih
Gambar	Hitam	Hitam	Putih	Putih

Upaya yang bisa diusahakan untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan disarankan dalam suatu tempat kerja, baik di laboratorium, bengkel atau tempat kerja lainnya bisa dilakukan antara lain : dipasang alat deteksi (heat, smoke detector), Breakglass, Alarm, Camera, Alat / tabung pemadam kebakaran, Sprinkler 68 ^{o}C, Hydrant, Alat Evakuasi (Tangga,Lift, Helipet, dll.) Di samping itu, perlu disiapkan K3 di Bengkel, adanya pengawasan, peringatan cara kerja salah, dipasang tanda / rambu, alat / mesin rusak jangan dioperasikan, alat pelindung

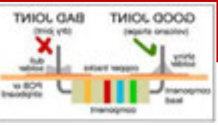


(Kacamata, penutup telinga, topi, “Sarung tangan” dsb). Terjaminnya ventilasi udara, penerangan dan pencahayaan yang cukup, dipasang blower / vacum, dan sekring, kabel listrik yang terstandar, dan terpeliharanya Kebersihan Budaya kerja tidak tahu, tidak peduli dan masa bodoh, cara kerja salah, dan tidak sanggup melaksanakan tindakan K3 harus dihindari jauh-jauh.

Sebaliknya yang harus didekati adalah budaya kebersihan, dan budaya disiplin SOP. Salah satu yang bisa dilakukan antara lain:

- Melakukan pemeliharaan dan perbaikan alat rusak,
- Memperhatikan peletakan alat sewaktu kerja,
- Pengaturan posisi badan/indera ; tangan, mata, telinga, kaki hidung dan sebagainya.

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa 80~90% kecelakaan terjadi akibat dari faktor manusia. Unsur-unsur tersebut menurut Buku yang berjudul “*Management Losses*, pada bagian bab yang berjudul The Caosis and effects of loss, diakatakan antara lain : pertama, adanya ketidakseimbangan fisik tenaga kerja, misalnya : tidak sesuai dengan berat badan, kekuatan dan jangkauan; posisi tubuh yang menyebabkan menjadi lemah, kepekaan tubuh, kepekaan panca indera terhadap bunyi, cacat fisik atau cacat sementara. Kedua, ketidak seimbangan kemampuan psikologis pekerja, misalnya : rasa takut, emosional, gangguan jiwa, tingkat kecakapan, tidak mampu memahami pekerjaan, kelambanan, keterampilan kurang , dan sedikit ide. Ketiga, faktor kurang pengetahuan, misalnya : kurang pengalaman, kurang orientasi, kurang latihan memahami tombol-tombol, kurang latihan memahami data, dan salah pengertian terhadap suatu perintah. Keempat, kurang terampil, misalnya: kurang melakukan latihan, penampilan kurang, kurang kreatif dan salah pengertian terhadap pemahaman suatu perintah. Kelima, faktor stress mental, misalnya : emosi berlebihan, beban mental berlebihan, pendiam dan menutup diri, problem dengan yang sulit difahami, sakit mental, dan frustasi. Keenam, stress fisik, misalnya : badan sedang sakit, beban tugas berlebihan, kurang istirahat, kelelahan sensor, terpapar panas yang tinggi, kekurangan oksigen dan gerakan terganggu.



5. Kesehatan Kerja

Menurut Suma'mur (1976) kesehatan kerja merupakan spesialisasi ilmu kesehatan/kedokteran beserta prakteknya yang bertujuan agar pekerja /masyarakat pekerja memperoleh derajat kesehatan setinggi-tingginya baik fisik, mental maupun social dengan usaha preventif atau kuratif terhadap penyakit/gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh faktor pekerjaan dan lingkungan kerja serta penyakit umum.

Konsep kesehatan kerja dewasa ini semakin banyak berubah, bukan sekedar "kesehatan pada sektor industry" saja melainkan juga mengarah kepada upaya kesehatan untuk semua orang dalam melakukan pekerjaannya (total health of all at work). Sebagai bagian spesifik keilmuan dalam ilmu kesehatan, kesehatan kerja lebih memfokuskan lingkup kegiatannya pada peningkatan kualitas hidup tenaga kerja melalui penerapan upaya kesehatan yang bertujuan untuk:

1). Meningkatkan dan memelihara derajat kesehatan pekerja.

2). Melindungi dan mencegah pekerja dari semua gangguan kesehatan akibat lingkungan kerja atau pekerjaanya.

3). Menempatkan pekerja sesuai dengan kemampuan fisik, mental dan pendidikan atau keterampilannya.

4). Meningkatkan efisiensi dan produktifitas kerja.

5). Pencegahan dan pemberantasan penyakit-penyakit dan kecelakaan akibat kerja.

6). Pemeliharaan dan peningkatan kesehatan dan gizi tenaga kerja.

7). Perawatan dan efisiensi dan produktifitas tenaga kerja.

8). Pemberantasan kelelahan tenaga kerja dan meningkatkan kegairahan serta kenikmatan kerja.

9). Perlindungan masyarakat luas dari bahaya-bahaya yang mungkin ditimbulkan oleh produk-produk kesehatan.

Fungsi Kesehatan Kerja menurut *ILO (International Labor Organization) adalah:*

- Melindungi pekerja terhadap kesehatan yang mungkin timbul dari pekerjaan dan lingkungan kerja.



- Membantu pekerja menyesuaikan diri dengan pekerjaan baik fisik maupun mental serta menyadari kewajiban terhadap pekerjaannya.
- Memperbaiki memelihara keadaan fisik mental maupun sosial pekerja sebaik mungkin.

Kesehatan kerja mencakup kegiatan yang bersifat komprehensif berupa upaya promotif, preventif, kuratif dan rehabilitative. Upaya promotif berupa penyuluhan, pelatihan dan peningkatan pengetahuan tentang upaya hidup sehat dalam bekerja, disamping kegiatan pencegahan (preventif) terhadap resiko gangguan kesehatan, lebih mengemuka dalam disiplin kesehatan kerja.

Resiko Kesehatan kerja adalah aspek-aspek dari lingkungan kerja yang dapat menyebabkan kondisi tidak sehat pada pekerja yang dapat menimbulkan kerusakan atau kerugian baik fisik maupun psikis dalam jangka pendek dan waktu panjang.

c. Rangkuman

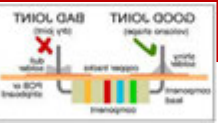
1. Pengertian Keselamatan & Kesehatan Kerja

   Keselamatan kerja diartikan sebagai suatu upaya agar pekerja selamat di tempat kerjanya sehingga terhindar dari kecelakaan termasuk juga untuk menyelamatkan peralatan serta produksinya.

   Undang-undang No. 14, Tahun 1969 tentang : Ketentuan Pokok Mengenai Tenaga Kerja, disebutkan bahwa “Tiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan atas keselamatan, kesehatan, kesusilaan, dan pemeliharaan moral kerja serta perlakuan yang sesuai dengan martabat manusia, moral dan agama.

   UU No.1 Tahun 70 tahun, mengatur tentang keselamatan kerja di segala tempat kerja, baik di darat, di dalam tanah, di permukaan air, di dalam air, maupun di udara yang berada di wilayah kekuasaan hukum Republik Indonesia.

   Menurut *ILO (International Labour Organisation)* fungsi kesehatan adalah : melindungi pekerja terhadap kesehatan yang mungkin timbul dari pekerjaan dan lingkungan kerja.



2. **Ruang lingkup K3**

   Tujuan utama kesehatan kerja antara lain meliputi : Pencegahan dan pemberantasan penyakit-penyakit dan kecelakaan akibat kerja; Pemeliharaan dan peningkatan kesehatan dan gizi tenaga kerja; Perawatan, efisiensi dan produktifitas tenaga kerja; Pemberantasan kelelahan tenaga kerja dan meningkatkan kegairahan serta kenikmatan kerja; Perlindungan masyarakat luas dari bahaya-bahaya yang mungkin ditimbulkan oleh produk-produk kesehatan.

   Ada dua hal dalam penanganan resiko keselamatan kerja, yaitu resiko fisik tempat kerja, dan resiko kesehatan kerja.

   Resiko keselamatan kerja meliputi aspek-aspek dari lingkungan kerja yang dapat menyebabkan kerusakan fisik tempat kerja, alat dan manusia.

   Resiko kesehatan kerja meliputi aspek-aspek lingkungan kerja yang dapat menyebabkan kondisi tidak sehat pada pekerja yang dapat menimbulkan kerusakan atau kerugian baik fisik maupun psikis dalam jangka waktu tertentu.

3. **Kecelakaan Kerja**

   Kecelakaan adalah suatu kejadian atau peristiwa yang tidak diinginkan atau tidak disengaja serta tiba-tiba dan menimbulkan kerugian, baik harta maupun jiwa manusia.

   Kecelakaan kerja adalah kecelakaan yang terjadi dalam hubungan kerja atau sedang melakukan pekerjaan disuatu tempat kerja. Ada 3 faktor utama terjadinya kecelakaan yaitu :

   1) Perbuatan manusia yang tidak aman (*unsafe action*)

   2) Kondisi lingkungan yang tidak aman (*unsafe condition*)

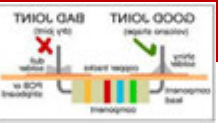
   3) Manajemen

4. **Sumber-Sumber Kecelakaan Kerja**

   Sumber-sumber kecelakaan kerja antara lain ;



1) **Bahan Kimia** antara lain meliputi bahan mudah terbakar, bersifat racun, korosif, tidak stabil, sangat reaktif, dan gas yang berbahaya.
2) **Bahan-bahan Biologis /** *Bio-safety*, yaitu usaha mengurangi atau menghindari peluang terinfeksinya pekerja atau terlepasnya suatu mikroorganisme yang berpotensi menimbulkan bahaya bagi lingkungan.
3) **Aliran Listrik, p**enggunaan peralatan dengan daya listrik yang besar akan memberikan kemungkinan untuk terjadinya kecelakaan kerja seperti terkena aliran listrik (strom).
4) **Ionisasi Radiasi,** dapat dikeluarkan dari peralatan semacam X-ray difraksi atau radiasi internal yang digunakan oleh material radioaktif yang dapat masuk ke dalam badan manusia melalui pernafasan, atau serapan melalui kulit.
5) **Mekanik,** pekerjaan mekanik seperti transportasi bahan baku, penggantian peralatan habis pakai, masih harus dilakukan secara manual, sehingga kesalahan prosedur kerja dapat terjadi dan menyebabkan kecelakaan kerja. Peralatan keselamatan kerja seperti pakaian kerja, helmet, kacamata, sarung tangan, sepatu, dan lain-lain perlu mendapatkan perhatian khusus dalam lingkup pekerjaan ini
6) **Api,** bahwa penggunaan bahan kimia Cairan mudah terbakar yang sering digunakan dalam laboratorium atau industri adalah hidrokarbon. Bahan mudah terbakar yang lain misalnya pelarut organik seperti aseton, benzen, butanol, etanol, dietil eter, karbon disulfida, toluena, heksana, dan lain-lain
7) **Suara (kebisingan),** generator pembangkit listrik, instalasi pendingin, atau mesin pneumatik, industri tekstil merupakan sekian contoh dari peralatan yang diperlukan dalam industri. Peralatan-peralatan tersebut berpotensi mengeluarkan suara yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan kerja.



5. **Kesehatan Kerja**

   Kesehatan Kerja merupakan spesialisasi ilmu kesehatan/kedokteran beserta prakteknya yang bertujuan agar pekerja /masyarakat pekerja memperoleh derajat kesehatan setinggi-tingginya baik fisik, mental maupun social dengan usaha preventif atau kuratif terhadap penyakit/gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh faktor pekerjaan dan lingkungan kerja serta penyakit umum.

d. Tugas

1. Lakukan survey bengkel anda tentang penerapan kesehatan dan keselamatan dalam menghindari risiko kecelakaan pada saat kerja praktik di Bengkel. Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut ?
2. Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal penerapan kesehatan dan keselamatan dalam menghindari risiko kecelakaan pada saat kerja praktik di Bengkel.
3. Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?

e. Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian keselamatan kerja !
2. Sebutkan syarat-syarat pelaksanaan K3 baik dibengkel maupun di industri!
3. Apakah penyebab kecelakaan kerja akibat kegagalan komponen?
4. Jelaskan salah satu sumber kecelakaan kerja akibat aliran listrik !
5. Apakah yang dimaksud Kesehatan Kerja ?



f. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Keselamatan kerja : suatu upaya agar pekerja selamat di tempat kerjanya sehingga terhindar dari kecelakaan termasuk juga untuk menyelamatkan peralatan serta produksinya.
2. Syarat-syarat pelaksanaan K3 diperuntukan untuk:
   - Mencegah dan mengurangi kecelakaan.
   - Membuat jalan penyelamatan (*emergency exit*),
   - Memberi pertolongan pertama(*first aids*/PPPK),
   - Memberi peralatan pelindung pada pekerja dan alat kerja,
   - mempertimbangkan faktor-faktor kenyamanan kerja,
   - Mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit fisik dan psychis
   - Memelihara ketertiban dan kebersihan kerja,
   - Mengusahakan keserasian antar pekerja, perkakas, lingkungan dan proses kerja
3. Penyebab kecelakaan kerja akibat kegagalan komponen, misalnya :
   - Desain yang memadai, bahan korosif
   - Kegagalan mekanik, kegagalan pompa kompresor
   - Kegagalan sistem kontrol.
4. Salah satu sumber kecelakaan kerja akibat aliran listrik adalah penggunaan peralatan dengan daya listrik yang besar akan memberikan kemungkinan untuk terjadinya kecelakaan kerja seperti terkena aliran listrik (strom).
5. Kesehatan Kerja merupakan spesialisasi ilmu kesehatan/kedokteran beserta prakteknya yang bertujuan agar pekerja /masyarakat pekerja memperoleh derajat kesehatan setinggi-tingginya baik fisik, mental maupun social dengan usaha preventif atau kuratif terhadap penyakit/gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh faktor pekerjaan dan lingkungan kerja serta penyakit umum.

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
    a) Peralatan tulis.
    b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

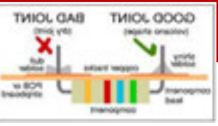
2. Keselamatan Kerja
    a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
    b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja
    a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
    b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
    c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
    d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
    e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas
    a) Buatlah laporan hasil survey bengkel tentang penerapan kesehatan dan keselamatan dalam menghindari risiko kecelakaan pada saat kerja praktik di Bengkel secara ringkas dan jelas!
    b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal penerapan kesehatan dan keselamatan dalam menghindari risiko kecelakaan pada saat kerja praktik di Bengkel.



c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



2. Kegiatan Belajar 2.

Penerapan Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA).

a. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat / siswa dapat penerapan Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA).

b. Uraian Materi

Occupational Safety and Health Act of 1970 (OSH Act), Duty Klausul Umum, mengharuskan majikan "harus memberikan kepada masing-masing kerja karyawan dan tempat kerja yang bebas dari bahaya yang diakui yang menyebabkan atau mungkin menyebabkan kematian atau kerusakan fisik yang serius kepada para karyawannya. "Oleh karena itu, bahkan jika standar OSHA belum diumumkan yang berhubungan dengan bahaya tertentu atau operasi berbahaya, perlindungan pekerja dari semua bahaya atau operasi berbahaya mungkin dilaksanakan menurut pasal 5 (a) (1) UU OSH. Misalnya, praktek-praktek terbaik yang dikeluarkan oleh organisasi non-peraturan seperti *the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), the Centers for Disease Control and Prevention (CDC), the National Research Council (NRC), and the National Institutes of Health (NIH),* dapat dilaksanakan menurut pasal 5 (a) (1).

Standar OSHA utama yang berlaku untuk semua laboratorium nonproduction tercantum di bawah ini. Meskipun ini bukan daftar lengkap, itu termasuk standar yang mencakup bahaya besar bahwa para pekerja yang paling mungkin untuk menghadapi tugas-tugas sehari-hari mereka.

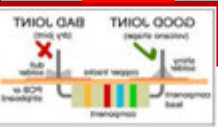
Pengusaha harus menyadari sepenuhnya standar dan harus menerapkan semua aspek dari standar yang berlaku untuk kondisi kerja laboratorium khusus di fasilitas mereka, seperti:



- *The Occupational Exposure to Hazardous Chemicals in Laboratories standard (29 CFR 1910.1450),*
- *The Hazard Communication standard (29 CFR 1910.1200)*
- *The Bloodborne Pathogens standard (29 CFR 1910.1030)*
- *The Personal Protective Equipment (PPE) standard (29 CFR 1910.132)*
- *The Eye and Face Protection standard (29 CFR 1910.133)*
- *The Respiratory Protection standard (29 CFR 1910.134)*
- *The Hand Protection standard (29 CFR 1910.138)*
- *The Control of Hazardous Energy standard (29 CFR 1910.147)*

Bagian berikut dari dokumen ini diatur berdasarkan *classes of hazards* / kelas bahaya, yaitu, kimia, biologi, fisik, keamanan dan bahaya lainnya. Organisasi bagian dan / atau subbagian ini mungkin agak berbeda. Sebagai contoh, standar laboratorium OSHA dijelaskan secara lebih rinci daripada standar lainnya dalam dokumen ini. Hal ini karena ini adalah satu-satunya standar yang khusus untuk laboratorium (yaitu, *laboratorium nonproduction*). Dalam semua bagian lainnya, hanya aspek-aspek tertentu dari berbagai standar yang dianggap paling relevan dengan laboratorium non-produksi yang dibahas. Dalam bagian dari dokumen ini di mana tidak ada standar OSHA khusus yang berlaku, bimbingan dalam Lembar form Fakta atau *Quick Cards* dapat diberikan yaitu:

- *Chemical Hazards : Laboratory Standard, Hazard Communication Standard, Specific Chemical Hazards (Air Contaminants Standard, Formaldehyde Standard, Latex),Chemical Fume Hoods*
- *Biological Hazards : Biological Agents (other than Bloodborne Pathogens) and BiologicalToxins, Bloodborne Pathogens, Research Animals, Biological Safety Cabinets (BSCs)*
- *Physical Hazards and Others : Ergonomic Hazards, Ionizing Radiation, Non-ionizing Radiation, Noise*
- *Safety Hazards : Autoclaves and Sterilizers, Centrifuges, Compressed Gases , Cryogens and Dry Ice, Electrical, Fire, Lockout/Tagout, Trips, Slips and Falls*



c. Rangkuman

Occupational Safety and Health Act of 1970 (OSH Act), Duty Klausul Umum, mengharuskan majikan "harus memberikan kepada masing-masing kerja karyawan dan tempat kerja yang bebas dari bahaya yang diakui yang menyebabkan atau mungkin menyebabkan kematian atau kerusakan fisik yang serius kepada para karyawannya.

Pengusaha harus menyadari sepenuhnya standar dan harus menerapkan semua aspek dari standar yang berlaku untuk kondisi kerja laboratorium khusus di fasilitas mereka, seperti:

- *The Occupational Exposure to Hazardous Chemicals in Laboratories standard (29 CFR 1910.1450),*
- *The Hazard Communication standard (29 CFR 1910.1200)*
- *The Bloodborne Pathogens standard (29 CFR 1910.1030)*
- *The Personal Protective Equipment (PPE) standard (29 CFR 1910.132)*
- *The Eye and Face Protection standard (29 CFR 1910.133)*
- *The Respiratory Protection standard (29 CFR 1910.134)*
- *The Hand Protection standard (29 CFR 1910.138)*
- *The Control of Hazardous Energy standard (29 CFR 1910.147)*

d. Tugas

4. Lakukan survey bengkel anda tentang Penerapan Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA). Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut ?

   Sebagai bahan rujukan, suatu institusi harus menyadari sepenuhnya standar dan harus menerapkan semua aspek dari standar yang berlaku untuk kondisi kerja laboratorium khusus di fasilitas mereka, seperti:

   - *The Occupational Exposure to Hazardous Chemicals in Laboratories standard (29 CFR 1910.1450),*
   - *The Hazard Communication standard (29 CFR 1910.1200)*



- *The Bloodborne Pathogens standard (29 CFR 1910.1030)*
- *The Personal Protective Equipment (PPE) standard (29 CFR 1910.132)*
- *The Eye and Face Protection standard (29 CFR 1910.133)*
- *The Respiratory Protection standard (29 CFR 1910.134)*
- *The Hand Protection standard (29 CFR 1910.138)*
- *The Control of Hazardous Energy standard (29 CFR 1910.147)*

5. Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal Penerapan Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA).
6. Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?

e. Tes Formatif

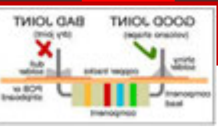
Jelaskan pengertian istilah Penerapan Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) pada *The Personal Protective Equipment (PPE) standard (29 CFR 1910.132) !*

f. Lembar Jawaban Tes Formatif

Penerapan Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) pada *The Personal Protective Equipment (PPE) standard (29 CFR 1910.132) adalah*: pakaian khusus atau peralatan yang dikenakan oleh seorang karyawan untuk perlindungan terhadap bahaya (misalnya, sarung tangan, masker, kacamata pelindung, gaun). Pakaian kerja umum (misalnya, seragam, celana, kemeja atau blus) tidak dimaksudkan untuk berfungsi sebagai perlindungan terhadap bahaya yang tidak dianggap sebagai alat pelindung diri.

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan :
   a) Peralatan tulis.



b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja
   a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
   b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
   c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
   d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
   e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

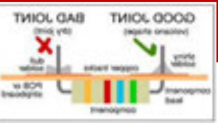
4. Tugas
   a) Lakukan survey bengkel anda tentang Penerapan Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA). Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut ?
   Sebagai bahan rujukan, suatu institusi harus menyadari sepenuhnya standar dan harus menerapkan semua aspek dari standar yang berlaku untuk kondisi kerja laboratorium khusus di fasilitas mereka, seperti:
      - *The Occupational Exposure to Hazardous Chemicals in Laboratories standard (29 CFR 1910.1450),*
      - *The Hazard Communication standard (29 CFR 1910.1200)*
      - *The Bloodborne Pathogens standard (29 CFR 1910.1030)*



- *The Personal Protective Equipment (PPE) standard (29 CFR 1910.132)*
- *The Eye and Face Protection standard (29 CFR 1910.133)*
- *The Respiratory Protection standard (29 CFR 1910.134)*
- *The Hand Protection standard (29 CFR 1910.138)*
- *The Control of Hazardous Energy standard (29 CFR 1910.147)*

b) Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal Penerapan Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA).

c) Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?



3. Kegiatan Belajar 3.

Penggunaan alat pelindung diri (APD) standar saat kerja praktik (*Personal protective equipment*-PPE).

a. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat / siswa dapat :

- Menjelaskan pengertian PPE
- Menyebutkan Peraturan yang dibutuhkan
- Menyebutkan bahaya dan jenis APD / PPE
- Menyebutkan Syarat-syarat Alat Pelindung diri
- Menyebutkan alat-alat pelindung anggota badan

b. Uraian Materi

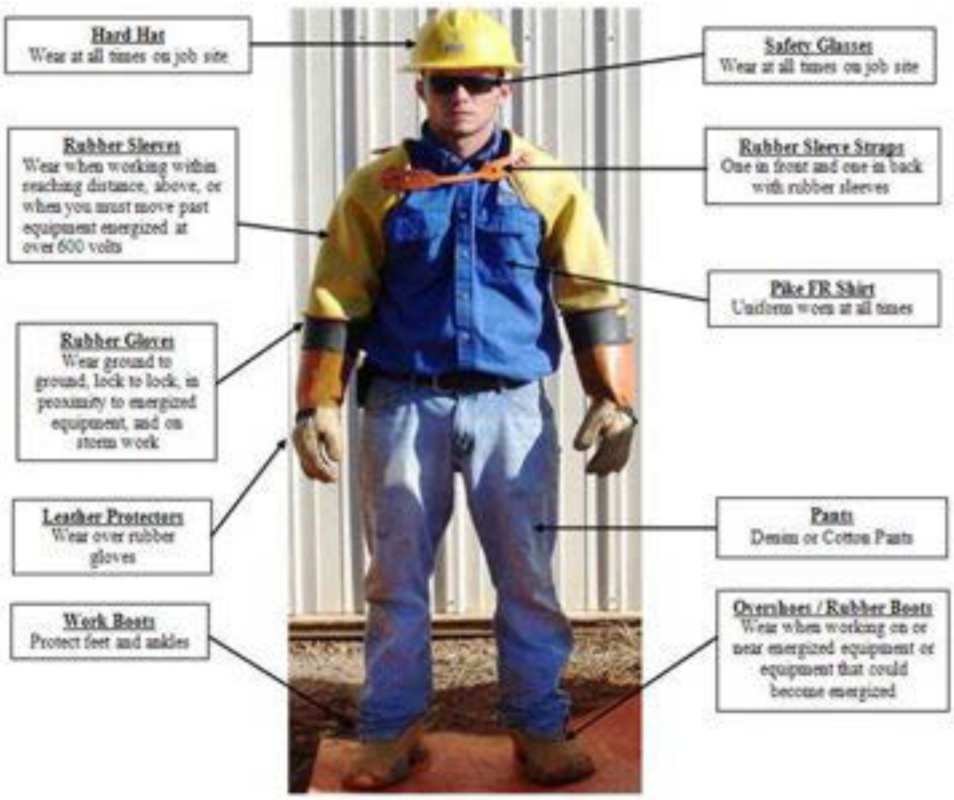
Topik ini menjelaskan jika Anda sebagai pengusaha, mungkin perlu lakukan untuk melindungi karyawan Anda dari risiko cedera di tempat kerja. Ini juga akan berguna untuk karyawan dan perwakilan mereka.

Pengusaha memiliki tugas tentang penyediaan dan penggunaan alat pelindung diri (APD) di tempat kerja dan menjelaskan apa yang harus Anda lakukan untuk memenuhi persyaratan dari APD pada Peraturan Kerja 1992

1. Pengertian PPE

PPE adalah peralatan yang akan melindungi pengguna terhadap risiko kesehatan atau keselamatan di tempat kerja. Hal ini dapat mencakup item seperti helm pengaman dan helm, sarung tangan, pelindung mata, pakaian visibilitas tinggi, sepatu pengaman dan perlengkapan keselamatan.





Mendengar perlindungan dan alat pelindung pernafasan yang disediakan untuk kebanyakan situasi kerja tidak tercakup oleh peraturan ini karena ada peraturan yang lebih spesifik lainnya yang berlaku untuk mereka. Namun, item ini harus kompatibel dengan PPE lain yang disediakan.

Undang-Undang Ketenagakerjaan tahun 1989 memberikan pengecualian untuk mengenakannya saat bekerja di lokasi konstruksi dari kebutuhan untuk memakai pelindung kepala.

2. Peraturan yang dibutuhkan

APD harus digunakan sebagai upaya terakhir. Dimanapun ada risiko terhadap kesehatan dan keselamatan yang tidak dapat dikontrol secara memadai dengan cara lain, Alat Pelindung Diri pada Peraturan Kerja 1992 membutuhkan APD yang harus diberikan.

Peraturan yang juga diharuskan oleh PPE adalah:

- dinilai baik sebelum digunakan untuk memastikan hal itu sesuai dengan tujuan;
- dipelihara dan disimpan dengan benar;
- dilengkapi dengan petunjuk tentang cara menggunakannya dengan aman;
- digunakan dengan benar oleh karyawan.

3. Bahaya dan jenis APD / PPE

Mata

Bahaya : Kimia atau percikan logam , debu , proyektil , gas dan uap , radiasi.

Pilihan: kacamata keselamatan , kacamata , wajah - perisai , visor .

Catatan : Pastikan pelindung mata memiliki kombinasi yang tepat dari dampak / debu / splash / logam pelindung mata cair untuk tugas dan cocok pengguna benar .

Kepala

Bahaya : Dampak dari jatuh atau terbang benda , risiko menabrak kepala , belitan rambut .

Pilihan : Berbagai helm , topi keras dan topi .

Catatan: Beberapa helm pengaman menggabungkan atau dapat dilengkapi dengan mata yang dirancang khusus atau perlindungan pendengaran . Jangan lupa perlindungan leher , misalnya syal untuk digunakan selama pengelasan . Jangan gunakan perlindungan kepala jika sudah rusak - menggantinya .

Pernafasan

Bahaya : Debu , uap , gas , kekurangan oksigen atmosfer .

Pilihan: Disposable filtering face -piece atau respirator , setengah atau full-face respirator , helm airfed , pernapasan.

Catatan : Jenis kanan respirator filter harus digunakan karena masing-masing efektif untuk hanya kisaran zat terbatas . Dimana ada kekurangan oksigen atau bahaya kehilangan kesadaran karena paparan tingkat tinggi asap yang berbahaya , hanya menggunakan alat bantu pernapasan - tidak pernah menggunakan kartrid penyaringan . Filter hanya memiliki hidup yang terbatas , ketika menggantikan mereka atau



bagian lain , periksa dengan petunjuk produsen dan memastikan bagian pengganti yang benar digunakan. Jika Anda menggunakan alat pelindung pernafasan , melihat publikasi peralatan pelindung pernapasan HSE di tempat kerja : Sebuah panduan praktis.

Melindungi tubuh

Bahaya : Suhu ekstrem , cuaca buruk , bahan kimia atau percikan logam , semprotan dari tekanan atau kebocoran senjata semprot , dampak atau penetrasi , debu yang terkontaminasi , pakaian yang berlebihan atau belitan pakaian sendiri .

Pilihan: Konvensional atau pakai overall , jas boiler , pakaian pelindung khusus , misalnya celemek chain -mail , pakaian visibilitas tinggi .

Catatan : Pilihan bahan termasuk tahan api , anti - statis , surat berantai , kimia kedap air , dan visibilitas tinggi . Jangan lupa perlindungan lain , seperti memanfaatkan keamanan atau jaket .

4. Syarat-syarat Alat Pelindung diri

a) Pakaian kerja harus seragam mungkin dan juga ketidak-nyamanannya harus yang paling minim.

b) Pakaian kerja harus tidak mengakibatkan bahaya lain, misalnya lengan yang terlalu lepas atau ada kain yang lepas yang sangat mungkin termakan mesin.

c) Bahan pakaiannya harus mempunyai derajat resistensi yang cukup untuk panas dan suhu kain sintesis (nilon, dll) yang dapat meleleh oleh suhu tinggi seharusnya tidak dipakai.

d) Pakaian kerja harus dirancang untuk menghindari partikel-partikel panas terkait di celana, masuk di kantong atau terselip di lipatan-lipatan pakaian.

e) Harus memberikan perlindungan yang cukup terhadap bahaya yang dihadapi tenaga kerja/sesuai dengan sumber bahaya yang ada.

f) Tidak mudah rusak.

g) Tidak mengganggu aktifitas pemakai.

h) Mudah diperoleh dipemasaran.

i) Memenuhi syarat spesifik lain.

j) Nyaman dipakai.

5. Alat-alat pelindung anggota badan

Badan kita terdiri dari beberapa bagian, semuanya itu harus terlindung diwaktu melaksanakan pekerjaan. Alat-alat pelindung bagian adalah sbb:

1) Alat Pelindung Mata, Mata harus terlindung dari panas, sinar yang menyilaukan dan juga dari debu.

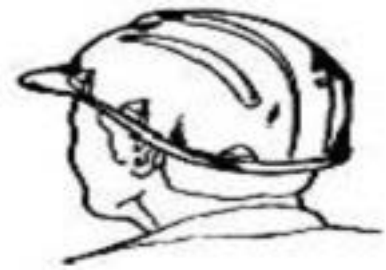


Gambar 3. Kacamata Debu



Gambar 4.Kacamata Las Listrik

2) Alat Pelindung Kepala, Topi atau helm adalah alat pelindung kepala bila bekerja pada bagian yang berputar, misalnya bor atau waktu sedang mengelas, hal ini untuk menjaga rambut terlilit oleh putaran bor atau rambut terkena percikan api.



Gambar 5. Alat Pelindung Kepala

Syarat Helm

- Tahan benturan
- Meredam kejutan
- Anti air dan tidak mudah terbakar
- mudah disesuaikan

Jenis-Jenis Helm

a). Kelas A, yaitu helmet untuk keperluan umum

b). Kelas B digunakan pada lingkungan kerja listrik

c). Kelas C helm melindungi dari panas

d). Kelas D adalah helmet dengan daya tahan yang kecil terhadap api



Gambar 6. Helm sebagai pelindung kepala

3) Alat pelindung telinga, Untuk melindungi telinga dari gemuruhnya mesin yang sangat bising juga penahan bising dari letupan-letupan.



Gambar 7. Alat Pelindung Telinga

Jenis:

a). jenis yang dimasukkan kedalam lubang telinga (*Single-Use earplugs*)

b). jenis yang menutup seluruh telinga.

4) Alat pelindung hidung, Adalah alat pelindung hidung dari kemungkinan terhisapnya gas-gas beracun.



Gambar 7. Alat Pelindung Hidung

Respirator berbagai jenis, terdapat juga jenis :

a) Respirator pemurni udara

b) Respirator yang dihubungkan dengan supplay udara bersih

c) Respirator yang dilengkapi dengan supplay oksigen

5) Alat Pelindung Tangan, Alat ini terbuat dari berbagai macam bahan disesuaikan dengan kebutuhannya, antara lain:

- **Sarung tangan kain,** digunakan untuk memperkuat pegangan supaya tidak meleset.
- **Sarung tangan asbes**, digunakan terutama untuk melindungin tangan terhadap bahaya panas.
- **Sarung tangan kulit,** digunakan untuk melindungi tangan dari benda tajam pada saat mengangkat suatu barang.
- **Sarung tangan karet,** digunakan pada waktu pekerjaan pelapisan logam, seperti vernikel, vercrhoom dsb. Hal ini untuk mencegah tangan dari bahaya pembakaran asam atau kepedasan cairan**.**



Gambar 8. Macam-macam Sarung Tangan



Alat Pelindung Kaki, untuk menghindarkan tusukan benda tajam atau terbakar oleh zat kimia. Terdapat dua jenis sepatu yaitu pengaman yang bentuknya seperti halnya sepatu biasa hanya dibagian ujungnya dilapisi dengan baja dan sepatu karet digunakan untuk menginjak permukaan yang licin, sehingga pekerja tidak terpeleset dan jatuh.



Gambar 9. Sepatu Kerja

Alat Pelindung Badan, Alat ini terbuat dari kulit sehingga memungkinkan pakaian biasa atau badan terhindar dari percikan api, terutama pada waktu menempa dan mengelas. Lengan baju jangan digulung, sebab lengan baju yang panjang akan melindungi tangan dari sinar api.



Gambar 10. Alat Pelindung Badan

c. Rangkuman

1. Pengertian PPE

PPE adalah peralatan yang akan melindungi pengguna terhadap risiko kesehatan atau keselamatan di tempat kerja. Hal ini dapat mencakup item seperti helm pengaman dan helm, sarung tangan, pelindung mata, pakaian visibilitas tinggi, sepatu pengaman dan perlengkapan keselamatan.

2. Peraturan yang dibutuhkan

Risiko terhadap kesehatan dan keselamatan yang tidak dapat dikontrol secara memadai dengan cara lain, Alat Pelindung Diri pada Peraturan Kerja 1992 membutuhkan APD yang harus diberikan.

Peraturan yang juga diharuskan oleh PPE adalah:

- dinilai baik sebelum digunakan untuk memastikan hal itu sesuai dengan tujuan;
- dipelihara dan disimpan dengan benar;
- dilengkapi dengan petunjuk tentang cara menggunakannya dengan aman;
- digunakan dengan benar oleh karyawan.



3. Bahaya dan jenis APD / PPE
    - **Mata,** Bahaya : Kimia atau percikan logam , debu , proyektil , gas dan uap , radiasi. Pilihan: kacamata keselamatan , kacamata , wajah - perisai , visor .
    - **Kepala,** Bahaya: Dampak dari jatuh atau terbang benda, risiko menabrak kepala, belitan rambut. Pilihan : Berbagai helm, topi keras dan topi.
    - **Pernafasan,** Bahaya : Debu, uap, gas, kekurangan oksigen atmosfer. Pilihan: Disposable filtering face -piece atau respirator, setengah atau full-face respirator, helm airfed, pernapasan.
    - **Melindungi tubuh,** Bahaya: Suhu ekstrem, cuaca buruk, bahan kimia atau percikan logam, semprotan dari tekanan atau kebocoran senjata semprot, dampak atau penetrasi, debu yang terkontaminasi, pakaian yang berlebihan atau belitan pakaian sendiri . Pilihan: Konvensional atau pakai overall, jas boiler, pakaian pelindung khusus, misalnya celemek chain -mail, pakaian visibilitas tinggi.

4. Syarat-syarat Alat Pelindung diri

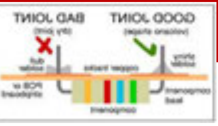
a) Pakaian kerja harus seragam mungkin dan juga ketidak-nyamanannya harus yang paling minim.

b) Pakaian kerja harus tidak mengakibatkan bahaya lain, misalnya lengan yang terlalu lepas atau ada kain yang lepas yang sangat mungkin termakan mesin.

c) Bahan pakaiannya harus mempunyai derajat resistensi yang cukup untuk panas dan suhu kain sintesis (nilon, dll) yang dapat meleleh oleh suhu tinggi seharusnya tidak dipakai.

d) Pakaian kerja harus dirancang untuk menghindari partikel-partikel panas terkait di celana, masuk di kantong atau terselip di lipatan-lipatan pakaian.

e) Harus memberikan perlindungan yang cukup terhadap bahaya yang dihadapi tenaga kerja/sesuai dengan sumber bahaya yang ada.



f) Tidak mudah rusak.

g) Tidak mengganggu aktifitas pemakai.

h) Mudah diperoleh dipemasaran.

i) Memenuhi syarat spesifik lain.

j) Nyaman dipakai.

5. Alat-alat pelindung anggota badan

a. **Alat Pelindung Mata**, Mata harus terlindung dari panas, sinar yang menyilaukan dan juga dari debu

b. **Alat Pelindung Kepala,** Topi atau helm adalah alat pelindung kepala bila bekerja pada bagian yang berputar, misalnya bor atau waktu sedang mengelas, hal ini untuk menjaga rambut terlilit oleh putaran bor atau rambut terkena percikan api.

c. **Alat pelindung telinga**, Untuk melindungi telinga dari gemuruhnya mesin yang sangat bising juga penahan bising dari letupan-letupan

d. **Alat pelindung hidung,** Adalah alat pelindung hidung dari kemungkinan terhisapnya gas-gas beracun

e. **Alat Pelindung Tangan**, Alat ini terbuat dari berbagai macam bahan disesuaikan dengan kebutuhannya, antara lain: **Sarung tangan kain,** digunakan untuk memperkuat pegangan supaya tidak meleset, **Sarung tangan asbes**, digunakan terutama untuk melindungin tangan terhadap bahaya panas, **Sarung tangan kulit,** digunakan untuk melindungi tangan dari benda tajam pada saat mengangkat suatu barang

d. Tugas

- Lakukan survey di bengkel anda tentang penggunaan alat pelindung diri (APD) standar saat kerja praktik (*Personal protective equipment*-PPE). Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut ?
- Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal penggunaan alat pelindung diri (APD)

standar saat kerja praktik (*Personal protective equipment*-PPE) !

- Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?

e. Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian PPE !
2. Sebutkan Peraturan yang dibutuhkan !
3. Sebutkan bahaya dan jenis APD / PPE !
4. Sebutkan Syarat-syarat Alat Pelindung diri !
5. Sebutkan alat-alat pelindung anggota badan !

f. Lembar Jawab Tes Formatif

1. PPE adalah peralatan yang akan melindungi pengguna terhadap risiko kesehatan atau keselamatan di tempat kerja. Hal ini dapat mencakup item seperti helm pengaman dan helm, sarung tangan, pelindung mata, pakaian visibilitas tinggi, sepatu pengaman dan perlengkapan keselamatan.

2. Peraturan yang juga diharuskan oleh PPE adalah:
   - dinilai baik sebelum digunakan untuk memastikan hal itu sesuai dengan tujuan;
   - dipelihara dan disimpan dengan benar;
   - dilengkapi dengan petunjuk tentang cara menggunakannya dengan aman;
   - digunakan dengan benar oleh karyawan.

3. Bahaya dan jenis APD / PPE
   - **Mata,** Bahaya : Kimia atau percikan logam , debu , proyektil , gas dan uap , radiasi. Pilihan: kacamata keselamatan , kacamata , wajah - perisai , visor .

- **Kepala,** Bahaya: Dampak dari jatuh atau terbang benda, risiko menabrak kepala, belitan rambut. Pilihan : Berbagai helm, topi keras dan topi.
- **Pernafasan,** Bahaya : Debu, uap, gas, kekurangan oksigen atmosfer. Pilihan: Disposable filtering face -piece atau respirator, setengah atau full-face respirator, helm airfed, pernapasan.
- **Melindungi tubuh,** Bahaya: Suhu ekstrem, cuaca buruk, bahan kimia atau percikan logam, semprotan dari tekanan atau kebocoran senjata semprot, dampak atau penetrasi, debu yang terkontaminasi, pakaian yang berlebihan atau belitan pakaian sendiri . Pilihan: Konvensional atau pakai overall, jas boiler, pakaian pelindung khusus, misalnya celemek chain -mail, pakaian visibilitas tinggi.

4. Syarat-syarat Alat Pelindung diri

a) Pakaian kerja harus seragam mungkin dan juga ketidak-nyamanannya harus yang paling minim.

b) Pakaian kerja harus tidak mengakibatkan bahaya lain, misalnya lengan yang terlalu lepas atau ada kain yang lepas yang sangat mungkin termakan mesin.

c) Bahan pakaiannya harus mempunyai derajat resistensi yang cukup untuk panas dan suhu kain sintesis (nilon, dll) yang dapat meleleh oleh suhu tinggi seharusnya tidak dipakai.

d) Pakaian kerja harus dirancang untuk menghindari partikel-partikel panas terkait di celana, masuk di kantong atau terselip di lipatan-lipatan pakaian.

e) Harus memberikan perlindungan yang cukup terhadap bahaya yang dihadapi tenaga kerja/sesuai dengan sumber bahaya yang ada.

f) Tidak mudah rusak.

g) Tidak mengganggu aktifitas pemakai.

h) Mudah diperoleh dipemasaran.

i) Memenuhi syarat spesifik lain.



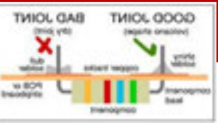
j) Nyaman dipakai.

5. **Alat-alat pelindung anggota badan**
   a. **Alat Pelindung Mata**, Mata harus terlindung dari panas, sinar yang menyilaukan dan juga dari debu
   b. **Alat Pelindung Kepala,** Topi atau helm adalah alat pelindung kepala bila bekerja pada bagian yang berputar, misalnya bor atau waktu sedang mengelas, hal ini untuk menjaga rambut terlilit oleh putaran bor atau rambut terkena percikan api.
   c. **Alat pelindung telinga**, Untuk melindungi telinga dari gemuruhnya mesin yang sangat bising juga penahan bising dari letupan-letupan
   d. **Alat pelindung hidung,** Adalah alat pelindung hidung dari kemungkinan terhisapnya gas-gas beracun
   e. **Alat Pelindung Tangan**, Alat ini terbuat dari berbagai macam bahan disesuaikan dengan kebutuhannya, antara lain: **Sarung tangan kain,** digunakan untuk memperkuat pegangan supaya tidak meleset, **Sarung tangan asbes**, digunakan terutama untuk melindungin tangan terhadap bahaya panas, **Sarung tangan kulit,** digunakan untuk melindungi tangan dari benda tajam pada saat mengangkat suatu barang

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.



3. Langkah Kerja
    a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
    b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
    c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
    d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
    e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas
    a) Buatlah laporan hasil survey bengkel tentang penggunaan alat pelindung diri (APD) standar saat kerja praktik (*Personal protective equipment*-PPE). secara ringkas dan jelas!
    b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal penggunaan alat pelindung diri (APD) standar saat kerja praktik (*Personal protective equipment*-PPE).
    c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



4.Kegiatan Belajar 4.

Jenis-jenis bahaya akibat tegangan sentuh/sengatan listrik (*hazard electricity*).

a. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat / siswa dapat :

- Menyebutkan penyebab bahaya listrik
- Menjelaskan cara pencegahan kecelakaan

b. Uraian Materi

1. Penyebab bahaya listrik



Apa itu listrik?

- Listrik adalah kekuatan energi alami.
- Listrik juga merupakan kekuatan energi buatan manusia.
- Hal ini penting untuk kehidupan modern dan diambil untuk diberikan sehari-hari.



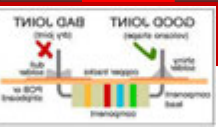
Apa itu aliran Listrik?

- Listrik mengalir melalui konduktor.
- Konduktor termasuk logam, air, bumi dan tubuh manusia.
- Listrik harus memiliki rangkaian lengkap atau path mengalir.



Bagaimana aliran Listrik bekerja?

- Ketika alat-alat listrik bekerja dengan benar sirkuit lengkap dipertahankan antara alat dan sumber energi.



Bagaimana aliran Listrik bekerja?



- Namun, jika alat ini rusak, maka orang mungkin akan kontak dengan listrik dan dapat menjadi jalan bagi arus.
- Orang akan terkejut!

Berikut ini adalah daftar dari bahaya listrik yang umum ditemukan di lokasi konstruksi:

- *Improper grounding*
- *Exposed electrical parts*
- *Inadequate wiring*
- *Overhead power lines*
- *Damaged insulation*
- *Overloaded circuits*
- *Wet conditions*
- *Damaged tools and equipment*

Improper Grounding





- Grounding adalah proses yang digunakan untuk menghilangkan tegangan yang tidak diinginkan.
- Ground/tanah adalah sambungan listrik fisik ke bumi.

Improper Grounding



- Peralatan listrik harus dibumikan dengan benar.
- Grounding mengurangi risiko kesetrum atau disetrum.



Improper Grounding

- Pin ground dengan aman mengembalikan kebocoran arus ke tanah.
- Jangan pernah melepaskan pin ground.





Improper Grounding

- Melepaskan pin ground menghilangkan fitur keselamatan penting.
- Anda bisa terkejut!





Exposed Electrical Parts

- Exposed wires atau terminal berbahaya.
- Laporkan kondisi ini kepada atasan Anda.



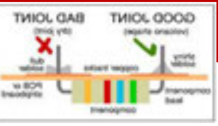


Exposed Electrical Parts

- panel listrik ini telah hilang pemutus sirkuit.
- Jangan pernah menggunakan panel yang telah terkelupas kabel.







Exposed Electrical Parts

- Semua bagian yang tebuka harus ditutup .



Exposed Electrical Parts

- Isolasi *Outer* / keluaran pada kabel listrik harus utuh..





Exposed Electrical Parts

- Pada lokasi konstruksi, pencahayaan sementara harus dijaga dengan baik dan dilindungi untuk menghindari kontak dengan lampu yang rusak dan menghindari guncangan potensial..





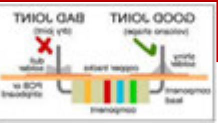


Inadequate Wiring

- Gunakan kabel standar *rated extension cords*.
- Pastikan alat-alat listrik Anda sedang digunakan kabel xtension / *rated extension cords*..

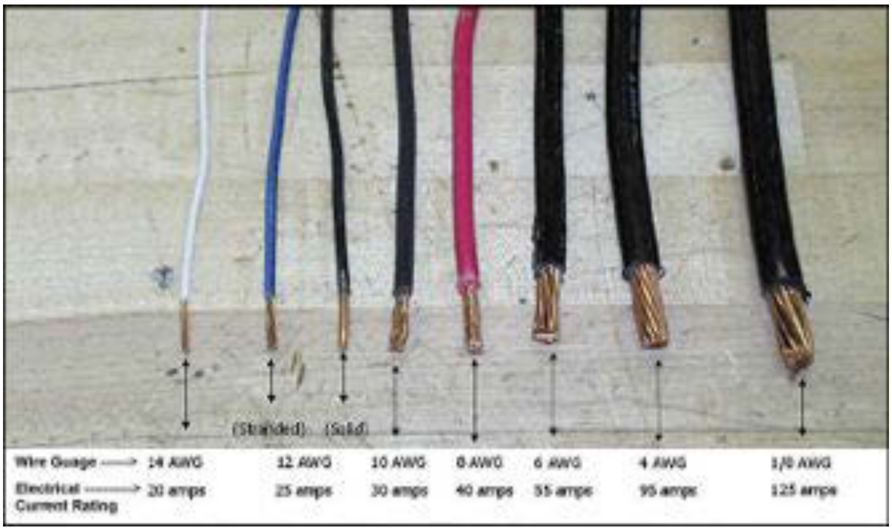






Inadequate Wiring

DIFFERENT TYPES OF WIRES WITH THEIR ELECTRICAL CURRENT RATING



Damaged Insulation

- Isolasi rusak atau tidak memadai adalah bahaya.
- Isolasi mencegah konduktor dari hubungan / kontak satu sama lain atau Anda.





Damaged Insulation

- Jangan pernah mencoba untuk memperbaiki kabel yang rusak dengan pita.





Damaged Insulation

- Jangan gunakan alat atau kabel ekstensi dengan isolasi yang rusak.





Damaged Insulation

- Jangan menggantung kabel perpanjangan dari paku atau benda tajam



Damaged Insulation

- Jangan menjalankan kabel perpanjangan melalui pintu atau jendela.





Overloaded Circuits

- Overloaded circuits dapat menyebabkan kebakaran
- Gunakan circuit breakers yang tepat.





Overloaded Circuits

- Jangan overload an outlet.





Overloaded Circuits

- Jangan gunakan kabel listrik atau pelindung gelombang di lokasi konstruksi.
- Gunakan ekstensi 3-way dengan sakelar/GFCI sebagai gantinya.





Damaged Tools and Equipment

- Jangan menggunakan alat-alat listrik yang rusak.
- Anda mungkin menerima kejutan atau menjadi listrik



Damaged Tools and Equipment

- Alat terisolasi ganda diberi label.
- Ini akan ditandai " *Double Insulated*".
- Ini akan memiliki simbol sebagai berikut:





Wet Conditions





- Kondisi basah berbahaya.
- Isolasi Rusak meningkatkan bahaya.

Wet Conditions





- Selalu menghindari menggunakan alat di tempat basah.
- Air meningkatkan risiko sengatan listrik.

Overhead Power Lines





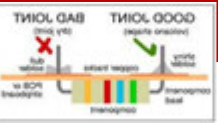
- Survei situs overhead power lines.
- Jangan pernah menyimpan bahan atau peralatan di bawah overhead power lines.

Overhead Power lines





- Menjaga jarak minimal 10 ' antara alat dan peralatan dan overhead power lines
- Guncangan dan electrocutions terjadi di mana hambatan fisik tidak pada tempatnya untuk mencegah kontak dengan kabel.



Overhead Power lines



- Menjaga jarak yang aman antarascaffolding and overhead power lines.



Overhead Power lines



- Overhead power lines sangat berbahaya
- Jangan pernah mencoba untuk melakukan kontak overhead power line.





2. Pencegahan kecelakaan



Accident Prevention

- Sikap positif terhadap keselamatan akan membantu membuat lingkungan kerja yang lebih aman.



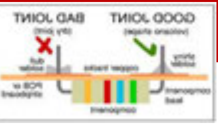
Accident Prevention

- Selalu mempertimbangkan tindakan pencegahan keselamatan ini:
  - ✓ •Personal protective equipment (PPE),
  - ✓ •Inspect tools,
  - ✓ •Ground fault circuit interrupters (GFCIs),
  - ✓ •Lock-out/tag-out.



Personal Protective Equipment (PPE)

- PPE for electrical hazards meliputi:
  - ✓ •hardhats
  - ✓ •rubber or insulating gloves
  - ✓ •insulating clothing
- Jangan pernah menggunakan PPE yang sudah rusak!



Personal Protective Equipment (PPE)



- Gunakan sesuai karet isolasi sarung tangan.
- Pastikan sarung tangan sesuai dengan benar.
- Pastikan peringkat sarung tangan sesuai dengan pekerjaan yang harus dilakukan.
- Tidak semua sarung tangan dapat digunakan untuk mencegah sengatan listrik

Personal Protective Equipment (PPE)



- Topi menawarkan perlindungan.
- Topi dinilai untuk keperluan tertentu.
- Topi dengan Logam keras TIDAK BOLEH digunakan ketika bekerja dekat dengan jalur listrik.

Inspect Tools and Cords





- Periksa alat dan kabel AC sebelum menggunakan:
  - ✓ retak
  - ✓ isolasi yang rusak
  - ✓ pin tanah Rusak
  - ✓ kabel usang baris
  - ✓ bagian yang longgar
  - ✓ kerusakan lainnya



GFCI

- OSHA memerlukan penggunaan GFCIs pada semua lokasi konstruksi



GFCI

- Sebuah GFCI adalah fast-acting circuit breaker.
- Sensor ketidakseimbangan di sirkuit yang disebabkan oleh kebocoran arus ke tanah.



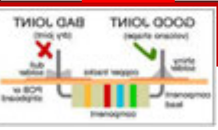
GFCI

- Hal ini terus-menerus sesuai dengan jumlah arus yang datang dan pergi ke perangkat listrik.
- GFCI mencari perbedaan sekitar 5 milliamps.



Lock-out/Tag-out

- Pekerja harus memastikan listrik dimatikan dan "terkunci-out" sebelum pekerjaan dilakukan.





Lock-out/Tag-out

- Switch harus ditandai.
- Tanda ini memungkinkan orang lain tahu mengapa saklar dimatikan.



Lock-out/Tag-out

- Kunci-kunci dan tanda-tanda adalah tanda-tanda peringatan
- Anda harus dilatih dalam prosedur lock-out/tag-out.



c. Rangkuman

1. Penyebab bahaya listrik

Penyebab bahaya listrik yang umum ditemukan di lokasi konstruksi:

- *Improper grounding*
- *Exposed electrical parts*
- *Inadequate wiring*
- *Overhead power lines*



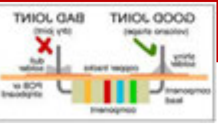
- *Damaged insulation*
- *Overloaded circuits*
- *Wet conditions*
- *Damaged tools and equipment*

2. Pencegahan kecelakaan

- Sikap positif terhadap keselamatan akan membantu membuat lingkungan kerja yang lebih aman.
- Selalu mempertimbangkan tindakan pencegahan keselamatan ini:
  - ✓ Personal protective equipment (PPE),
  - ✓ Inspect tools,
  - ✓ Ground fault circuit interrupters (GFCIs),
  - ✓ Lock-out/tag-out

d. Tugas

- Lakukan survey di bengkel anda tentang Jenis-jenis bahaya yang bisa mengakibatkan tegangan sentuh/sengatan listrik (*hazard electricity*). Hal-hal apa saja yang menurut anda bisa mengakibatkan tegangan sentuh/sengatan listrik (*hazard electricity*) di bengkel tersebut ?
- Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal jenis-jenis bahaya yang bisa mengakibatkan tegangan sentuh/sengatan listrik (*hazard electricity*) !
- Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?



e. Tes Formatif

1. Sebutkan beberapa penyebab bahaya listrik yang umum ditemukan di lokasi konstruksi !
2. Bagaimana cara pencegahan kecelakaan yang umum dilakukan di bengkel ?

f. Lembar Jawab Tes Formatif

1. Penyebab bahaya listrik yang umum ditemukan di lokasi konstruksi:

- *Improper grounding*
- *Exposed electrical parts*
- *Inadequate wiring*
- *Overhead power lines*
- *Damaged insulation*
- *Overloaded circuits*
- *Wet conditions*
- *Damaged tools and equipment*

2. Pencegahan kecelakaan

- Sikap positif terhadap keselamatan akan membantu membuat lingkungan kerja yang lebih aman.
- Selalu mempertimbangkan tindakan pencegahan keselamatan ini:
  - ✓ Personal protective equipment (PPE),
  - ✓ Inspect tools,
  - ✓ Ground fault circuit interrupters (GFCIs),
  - ✓ Lock-out/tag-out

g. Lembar Kerja Peserta didik

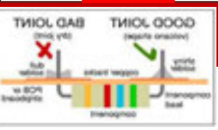
1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).



2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja
   a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
   b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
   c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
   d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
   e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4.Tugas
   a) Buatlah laporan hasil survey bengkel tentang jenis-jenis bahaya yang bisa mengakibatkan tegangan sentuh/sengatan listrik (*hazard electricity*) secara ringkas dan jelas!
   b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal Jenis-jenis bahaya yang bisa mengakibatkan tegangan sentuh/sengatan listrik (*hazard electricity*).
   c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



5. Kegiatan Belajar 5.

Instalasi sistem pentanahan instalasi listrik menggunakan sistem *Ground Fault Circuit Interrupters (GFCI)*.

a. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat / siswa dapat :

- Menjelaskan pengertian GFCI
- Menjelaskan pengertian Ground fault
- Menjelaskan cara kerja GFCI
- Menyebutkan Tipe GFCI
- Menjelaskan cara pengujian GFCIs
- Menjelaskan waktu pengujian GFCIs
- Menyebutkan penggunaan GFCIs
- Menjelaskan N*uisance tripping* dari GFCI
- Menjelaskan perbedaan GFCI dengan AFCI

b. Uraian Materi

1. Pengertian GFCI

Ground-Fault Circuit Interrupter (GFCI) dapat membantu mencegah listrik. Jika tubuh seseorang mulai menerima kejutan, sensor GFCI akan memotong daya sebelum terluka.

GFCIs umumnya dipasang di mana rangkaian listrik mungkin secara tidak sengaja datang ke dalam kontak dengan air. Mereka yang paling sering ditemukan di dapur, kamar mandi dan ruang cuci, atau bahkan pintu keluar atau di garasi di mana alat-alat listrik dapat digunakan.

2. Pengertian Ground fault

Menurut *the National Electrical Code*, sebuah "ground fault" adalah koneksi penghantar (baik disengaja atau tidak disengaja) antara konduktor listrik dan setiap material penghantar yang didasarkan atau yang mungkin menjadi membumi. Listrik selalu ingin menemukan jalan ke tanah. Pada ground fault, listrik telah menemukan jalan ke tanah,

tetapi merupakan jalur listrik tidak pernah dimaksudkan untuk menjadi aktif, seperti melalui tubuh seseorang.

Karena potensi ini untuk shock, perlindungan GFCI digunakan untuk melindungi kehidupan manusia. Pemutus rangkaian dan sekering hanya melindungi peralatan namun tidak akan melindungi orang.

3. Cara kerja GFCI

Pada stop contact 220 volt ac, terdapat 2 slot vertikal dan lobang bulat diantara mereka. Slot yang lebih panjang dinamakan “neutral” sedangkan yang slot yang lebih pendek dinamakan “hot” atau fasa. Lubang diantara mereka dinamakan “ground”. GFCI akan menjadi sensor perbedaan dalam jumlah listrik yang mengalir ke sirkuit itu mengalir keluar, bahkan dalam jumlah arus sekecil 4 atau 5 milliamps. GFCI bereaksi cepat (kurang dari sepersepuluh detik) untuk mematikan rangkaian.

4. Tipe GFCI

Ada tiga jenis GFCIs. Yang paling sering digunakan “*receptacle-type*” GFCI, mirip dengan stopkontak umum, adalah tipe dengan yang familier dengan kebanyakan konsumen. Selain itu, circuit breakers GFCIs yang sering digunakan sebagai pengganti untuk pemutus sirkuit standar dan memberikan perlindungan sakelar untuk semua wadah pada sirkuit individu. Sementara "plug-in" GFCIs yang sering digunakan dalam konstruksi dan dalam pengaturan outdoor dengan alat-alat listrik, mesin pemotong, pemangkas, dan perangkat sejenis. Mereka tidak boleh digunakan sebagai alternatif permanen ke GFCI biasa. GFCIs sementara harus diuji sebelumnya pada setiap penggunaan.

5. Cara menguji GFCIs

Banyak konsumen tidak memeriksa GFCIs mereka untuk memverifikasi mereka bekerja. GFCIs adalah perangkat elektronik yang dapat rusak atau aus. Stopkontak listrik dalam GFCI dapat terus berfungsi, bahkan jika rangkaian GFCI tidak lagi bekerja. Jika hal ini terjadi, maka teknisi listrik harus menggantikan sesegera mungkin.

GFCIs harus diuji bulanan untuk memastikan mereka berada dalam kondisi kerja. Apakah Anda memiliki wadah / receptacle or circuit breaker GFCI, menekan tombol *TEST* harus mematikan listrik ke sirkuit. Untuk receptacle-type GFCI, menekan tombol *TEST* harus menyebabkan tombol *RESET* untuk pop up. (Ingat untuk menekan tombol *RESET* untuk reestablish power and protection.) Untuk circuit breaker-type GFCI, menekan tombol *TEST* harus menyebabkan pegangan untuk memindah ke *tripped position*. (Ingatlah untuk me-reset pegangan untuk *reestablish power and protection*)

6. Waktu pengujian GFCIs

GFCIs harus diperiksa setiap bulan untuk menentukan bahwa mereka beroperasi dengan benar. Sebuah *portable GFCI* harus digunakan *out-of-door* dengan berbagai alat-alat listrik (yaitu, mesin bor, mesin pemotong, pemangkas) dan harus diuji sebelum masing-masing digunakan!

7. Penggunaan GFCIs

Disarankan bahwa GFCIs dipasang di daerah di mana peralatan dan alat-alat listrik yang digunakan di dekat air. *Tap water or wet objects* atau benda basah mampu menghantarkan listrik sangat mudah dan dapat menghubungkan tubuh Anda ke tanah, sehingga meningkatkan peluang Anda untuk menerima kejutan dari *ground fault*. Peralatan yang memiliki *built-in GFCI protection*, seperti sekarang diperlukan untuk pengering rambut, mungkin tidak perlu *GFCI protection* tambahan, tetapi masih ada banyak juga peralatan tidak dilengkapi dengan *GFCI protection*.

8. N*uisance tripping* dari GFCI

Dibutuhkan hanya 5 mA (0,005 A) dari kebocoran arus dari kawat panas ke tanah menyebabkan *GFCI to trip*. Sejumlah kebocoran arus kecil mungkin sulit untuk menghindari di beberapa sirkuit normal. Alat-alat listrik genggam tidak menyebabkan masalah *tripping* jika alat dipertahankan dalam kondisi baik. Beberapa motor stasioner, seperti



bathroom vent fan or fluorescent lighting fixtures, dapat menghasilkan kebocoran cukup untuk menyebabkan *nuisance tripping*. Masalah lain mungkin rangkaian panjang dengan banyak splices. Jika mungkin, menjaga sirkuit GFCI kurang dari 100 meter. Untuk menghindari *nuisance tripping*, sebuah GFCI tidak harus menyediakan:

- *Circuits longer than 100 feet*
- *Fluorescent or other types of electric-discharge lighting fixtures*
- *Permanently installed electric motors*

Instalasi GFCI untuk mencegah sengatan listrik dari peralatan listrik tampaknya seperti ide yang baik, tetapi *nuisance tripping* bisa menjadi masalah serius. Installer harus hati-hati mempertimbangkan dampak dari hilangnya *power* untuk sirkuit sebelum menginstal *GFCI protection*, seperti sirkuit dengan lemari es, freezer, pembuka pintu garasi, dll sistem pencegahan kejutan yang paling efektif untuk peralatan listrik dan sirkuit adalah baik peralatan grounding konduktor dijalankan dengan kabel sirkuit dan terhubung ke semua peralatan logam.

9. Perbedaan GFCI dengan AFCI

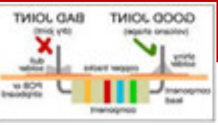
Interrupters sirkuit Arc-fault (AFCIs) adalah baru-baru ini mengembangkan alat pengaman listrik untuk rumah untuk memberikan perlindungan dari kebakaran akibat kondisi kabel rumah tidak aman.

AFCIs tidak harus bingung dengan ground-fault circuit interrupters atau GFCIs. Sementara kedua AFCIs dan GFCIs perangkat keselamatan yang penting, mereka memiliki fungsi yang berbeda. AFCIs dimaksudkan untuk mengatasi bahaya kebakaran, GFCIs alamat kejutan bahaya.

c. Rangkuman

1. Pengertian GFCI

Ground-Fault Circuit Interrupter (GFCI) dapat membantu mencegah listrik. Jika tubuh seseorang mulai menerima kejutan, sensor GFCI akan memotong daya sebelum terluka.



2. Pengertian Ground fault

Menurut *the National Electrical Code*, sebuah "ground fault" adalah koneksi penghantar (baik disengaja atau tidak disengaja) antara konduktor listrik dan setiap material penghantar yang didasarkan atau yang mungkin menjadi membumi. Listrik selalu ingin menemukan jalan ke tanah.

3. Cara kerja GFCI

Pada stop contact 220 volt ac, terdapat 2 slot vertikal dan lobang bulat diantara mereka. Slot yang lebih panjang dinamakan “neutral” sedangkan yang slot yang lebih pendek dinamakan “hot” atau fasa. Lubang diantara mereka dinamakan “ground”. GFCI akan menjadi sensor perbedaan dalam jumlah listrik yang mengalir ke sirkuit itu mengalir keluar, bahkan dalam jumlah arus sekecil 4 atau 5 milliamps. GFCI bereaksi cepat (kurang dari sepersepuluh detik) untuk mematikan rangkaian.

4. Tipe GFCI

Ada tiga jenis GFCIs. Yang paling sering digunakan “*receptacle-type*” GFCI, mirip dengan stopkontak umum, adalah tipe dengan yang familier dengan kebanyakan konsumen. Selain itu, circuit breakers GFCIs yang sering digunakan sebagai pengganti untuk pemutus sirkuit standar dan memberikan perlindungan sakelar untuk semua wadah pada sirkuit individu. Sementara "plug-in" GFCIs yang sering digunakan dalam konstruksi dan dalam pengaturan outdoor dengan alat-alat listrik, mesin pemotong, pemangkas, dan perangkat sejenis.

5. Cara pengujian GFCIs

GFCIs harus diuji bulanan untuk memastikan mereka berada dalam kondisi kerja. Apakah Anda memiliki wadah / receptacle or circuit breaker GFCI, menekan tombol *TEST* harus mematikan listrik ke sirkuit. Untuk receptacle-type GFCI, menekan tombol *TEST* harus menyebabkan tombol *RESET* untuk pop up. (Ingat untuk menekan



tombol *RESET* untuk reestablish power and protection.) Untuk circuit breaker-type GFCI, menekan tombol *TEST* harus menyebabkan pegangan untuk memindah ke *tripped position*. (Ingatlah untuk me-reset pegangan untuk *reestablish power and protection*).

6. Waktu pengujian GFCIs

GFCIs harus diperiksa setiap bulan untuk menentukan bahwa mereka beroperasi dengan benar. Sebuah *portable GFCI* harus digunakan *out-of-door* dengan berbagai alat-alat listrik (yaitu, mesin bor, mesin pemotong, pemangkas) dan harus diuji sebelum masing-masing digunakan.

7. Penggunaan GFCIs

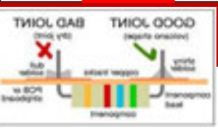
Disarankan bahwa GFCIs dipasang di daerah di mana peralatan dan alat-alat listrik yang digunakan di dekat air. *Tap water or wet objects* atau benda basah mampu menghantarkan listrik sangat mudah dan dapat menghubungkan tubuh Anda ke tanah, sehingga meningkatkan peluang Anda untuk menerima kejutan dari *ground fault*.

8. N*uisance tripping* dari GFCI

Dibutuhkan hanya 5 mA (0,005 A) dari kebocoran arus dari kawat panas ke tanah menyebabkan *GFCI to trip*. Sejumlah kebocoran arus kecil mungkin sulit untuk menghindari di beberapa sirkuit normal.

9. Perbedaan GFCI dengan AFCI

Interrupters sirkuit Arc-fault (AFCIs) adalah baru-baru ini mengembangkan alat pengaman listrik untuk rumah untuk memberikan perlindungan dari kebakaran akibat kondisi kabel rumah tidak aman. AFCIs dan GFCIs perangkat keselamatan yang penting, mereka memiliki fungsi yang berbeda. AFCIs dimaksudkan untuk mengatasi bahaya kebakaran, GFCIs alamat kejutan bahaya.



d. Tugas

a) Lakukan survey di bengkel anda tentang Instalasi sistem pentanahan instalasi listrik menggunakan sistem *Ground Fault Circuit Interrupters (GFCI)*.. Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut ?

b) Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal Instalasi sistem pentanahan instalasi listrik menggunakan sistem *Ground Fault Circuit Interrupters (GFCI)*. !

c) Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?

e.Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian GFCI !
2. Jelaskan pengertian Ground fault !
3. Jelaskan cara kerja GFCI !
4. Sebutkan Tipe GFCI !
5. Jelaskan cara pengujian GFCIs !
6. Jelaskan waktu pengujian GFCIs !
7. Sebutkan penggunaan GFCIs !
8. Jelaskan N*uisance tripping* dari GFCI !
9. Jelaskan perbedaan GFCI dengan AFCI !

f. Lembar Jawab Tes Formatif

1. Ground-Fault Circuit Interrupter (GFCI) dapat membantu mencegah listrik. Jika tubuh seseorang mulai menerima kejutan, sensor GFCI akan memotong daya sebelum terluka.
2. Menurut *the National Electrical Code*, sebuah "ground fault" adalah koneksi penghantar (baik disengaja atau tidak disengaja) antara konduktor listrik dan setiap material penghantar yang didasarkan atau yang mungkin menjadi membumi. Listrik selalu ingin menemukan jalan ke tanah.



Pada ground fault, listrik telah menemukan jalan ke tanah, tetapi merupakan jalur listrik tidak pernah dimaksudkan untuk menjadi aktif, seperti melalui tubuh seseorang.

3. Pada stop contact 220 volt ac, terdapat 2 slot vertikal dan lobang bulat diantara mereka. Slot yang lebih panjang dinamakan “neutral” sedangkan yang slot yang lebih pendek dinamakan “hot” atau fasa. Lubang diantara mereka dinamakan “ground”. GFCI akan menjadi sensor perbedaan dalam jumlah listrik yang mengalir ke sirkuit itu mengalir keluar, bahkan dalam jumlah arus sekecil 4 atau 5 milliamps. GFCI bereaksi cepat (kurang dari sepersepuluh detik) untuk mematikan rangkaian.
4. Tipe GFCI Meliputi:
   a) “*receptacle-type*” GFCI
   b) circuit breakers GFCIs
   c) "plug-in" GFCIs
5. GFCIs harus diuji bulanan untuk memastikan mereka berada dalam kondisi kerja. Apakah Anda memiliki wadah / receptacle or circuit breaker GFCI, menekan tombol *TEST* harus mematikan listrik ke sirkuit. Untuk receptacle-type GFCI, menekan tombol *TEST* harus menyebabkan tombol *RESET* untuk pop up. (Ingat untuk menekan tombol *RESET* untuk reestablish power and protection.) Untuk circuit breaker-type GFCI, menekan tombol *TEST* harus menyebabkan pegangan untuk memindah ke *tripped position*.
6. GFCIs harus diperiksa setiap bulan untuk menentukan bahwa mereka beroperasi dengan benar. Sebuah *portable GFCI* harus digunakan *out-of-door* dengan berbagai alat-alat listrik (yaitu, mesin bor, mesin pemotong, pemangkas) dan harus diuji sebelum masing-masing digunakan.
7. Disarankan bahwa GFCIs dipasang di daerah di mana peralatan dan alat-alat listrik yang digunakan di dekat air. *Tap water or wet objects* atau benda basah mampu menghantarkan listrik sangat mudah dan dapat

menghubungkan tubuh Anda ke tanah, sehingga meningkatkan peluang Anda untuk menerima kejutan dari *ground fault*.

8. Dibutuhkan hanya 5 mA (0,005 A) dari kebocoran arus dari kawat panas ke tanah menyebabkan *GFCI to trip*. Sejumlah kebocoran arus kecil mungkin sulit untuk menghindari di beberapa sirkuit normal.
9. Interrupters sirkuit Arc-fault (AFCIs) adalah baru-baru ini mengembangkan alat pengaman listrik untuk rumah untuk memberikan perlindungan dari kebakaran akibat kondisi kabel rumah tidak aman. AFCIs dan GFCIs perangkat keselamatan yang penting, mereka memiliki fungsi yang berbeda. AFCIs dimaksudkan untuk mengatasi bahaya kebakaran, GFCIs alamat kejutan bahaya.

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

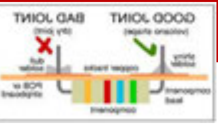
2.Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja
   a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
   b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
   c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
   d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.



e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas
   a) Buatlah laporan hasil survey bengkel tentang Instalasi sistem pentanahan instalasi listrik menggunakan sistem *Ground Fault Circuit Interrupters (GFCI)*. secara ringkas dan jelas!
   b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal Instalasi sistem pentanahan instalasi listrik menggunakan sistem *Ground Fault Circuit Interrupters (GFCI)*..
   c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



6. Kegiatan Belajar 6.

Pertolongan pertama akibat efek sengatan/sentuhan arus listrik (*the effects of electric current on the body*) pada tubuh manusia.

a. Tujuan Pembelajaran

- Peserta diklat / siswa dapat melakukan pertolongan pertama akibat efek sengatan/sentuhan arus listrik (*the effects of electric currenton the body*) pada tubuh manusia.

b. Uraian Materi

Pengaruh arus listrik dalam tubuh manusia:

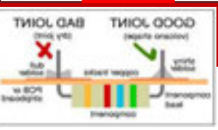
Arus	Reaksi
Dibawah 1 mA	Umumnya tidak jelas / tidak terasa
1 mA	Seperti kesemutan
5 mA	Sedikit kejutan merasa. Tidak paintful tapi mengganggu. Rata-rata individu dapat melepaskan. Reaksi invluntary kuat dapat menyebabkan cedera lainnya.
6 s.d. 25 mA (Perempuan)	Guncangan yang menyakitkan. Kehilangan kontrol otot
9 s.d. 30 mA (Pria)	Pembekuan saat ini atau "melepaskan" jangkauan. Jika otot-otot ekstensor sangat antusias oleh shock, orang tersebut dapat dilemparkan cara dari sumber listrik. Individu tidak bisa membiarkannya pergi. Ractions paksa yang kuat dapat menyebabkan cedera lainnya.
50 s.d. 150 mA	Rasa sakit yang hebat, pertahanan saluran pernapasan, reaksi otot yang parah. Kematian adalah mungkin.



1 s.d. 4,3 A	Aksi pompa ritmis jantung berhenti. Kontraksi otot dan kerusakan saraf terjadi: kematian akan sangat mungkin.
10 A	Serangan jantung, luka bakar yang parah, kemungkinan terjadi kematian

Gunakan keselamatan kerja , apa yang bisa anda kerjakan dan apa yang tidak boleh anda kerjakan seperti tabel berikut ini:

Sebaiknya dilkerjakan	Jangan dikerjakan
✓ **Hanya menggunakan colokan yang sesuai dengan outlet.** ✓ **Pastikan bahwa sambungan listrik yang kencang.** ✓ **Periksa isolasi kawat dalam kondisi baik.** ✓ **Jauhkan mesin dan peralatan, dilumasi dengan baik.** ✓ **Gunakan kabel ekstensi hanya bila diperlukan.** ✓ **Gunakan kabel luar tahan air.** ✓ **Hanya gunakan lampu ekstensi disetujui.** ✓ **Tinggalkan setidaknya 3 kaki dari ruang kerja sekitar listrik** ✓ **akses untuk peralatan cepat.** ✓ **Area kerja Anda bersih. Berhati-hatilah dengan kain berminyak, kertas, serbuk gergaji, atau apa saja yang bisa membakar.** ✓ **Ikuti petunjuk produsen untuk semua peralatan yang menggunakan listrik.**	➢ Jangan terlalu overload termasuk beban motor. ➢ Jangan biarkan debu, atau kotoran menempel pada mesin. ➢ Jangan menempatkan kabel dekat lokasi/tempat panas atau air. ➢ Jangan menaruh kabel sepanjang lantai di mana bisa mengakibatkan kerusakan. ➢ Jangan menyentuh listrik apa pun dengan tangan basah. ➢ Jangan menaruh apapun pada steker listrik maupun stopkontak listrik. ➢ Jangan gunakan kabel sementara pada tempat kabel permanen.



✓ **Untuk perbaikan kelistrikan, personil / teknisi pemeliharaan harus terampil dan berlisensi listrik.**	

c. Rangkuman

1. Pengaruh arus listrik dalam tubuh manusia,
   - Dibawah 1 mA, Umumnya tidak jelas / tidak terasa
   - 1 mA, Seperti kesemutan
   - 5 mA, Sedikit kejutan merasa. Tidak paintful tapi mengganggu. Rata-rata individu dapat melepaskan. Reaksi invluntary kuat dapat menyebabkan cedera lainnya.
   - 6 s.d. 25 mA (Perempuan), Guncangan yang menyakitkan. Kehilangan kontrol otot
   - 9 s.d. 30 mA (Pria), Pembekuan saat ini atau "melepaskan" jangkauan. Jika otot-otot ekstensor sangat antusias oleh shock, orang tersebut dapat dilemparkan cara dari sumber listrik. Individu tidak bisa membiarkannya pergi. Ractions paksa yang kuat dapat menyebabkan cedera lainnya.
   - 50 s.d. 150 mA, Rasa sakit yang hebat, pertahanan saluran pernapasan, reaksi otot yang parah. Kematian adalah mungkin.
   - 1 s.d. 4,3 A, Aksi pompa ritmis jantung berhenti. Kontraksi otot dan kerusakan saraf terjadi: kematian akan sangat mungkin.
   - 10 A, Serangan jantung, luka bakar yang parah, kemungkinan terjadi kematian

2. Yang sebaiknya dilakukan untuk keselamatan kerja meliputi :
   - ✓ Hanya menggunakan colokan yang sesuai dengan outlet.
   - ✓ Pastikan bahwa sambungan listrik yang kencang.
   - ✓ Periksa isolasi kawat dalam kondisi baik.
   - ✓ Jauhkan mesin dan peralatan, dilumasi dengan baik.
   - ✓ Gunakan kabel ekstensi hanya bila diperlukan.
   - ✓ Gunakan kabel luar tahan air.
   - ✓ Hanya gunakan lampu ekstensi disetujui.

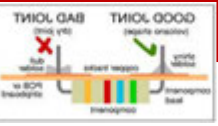


- ✓ Tinggalkan setidaknya 3 kaki dari ruang kerja sekitar listrik
- ✓ akses untuk peralatan cepat.
- ✓ Area kerja Anda bersih. Berhati-hatilah dengan kain berminyak, kertas, serbuk gergaji, atau apa saja yang bisa membakar.
- ✓ Ikuti petunjuk produsen untuk semua peralatan yang menggunakan listrik.
- ✓ Untuk perbaikan kelistrikan, personil / teknisi pemeliharaan harus terampil dan berlisensi listrik.

3. Yang sebaiknya TIDAK dilakukan untuk keselamatan kerja meliputi :
   - Jangan terlalu overload termasuk beban motor.
   - Jangan biarkan debu, atau kotoran menempel pada mesin.
   - Jangan menempatkan kabel dekat lokasi/tempat panas atau air.
   - Jangan menaruh kabel sepanjang lantai di mana bisa mengakibatkan kerusakan.
   - Jangan menyentuh listrik apa pun dengan tangan basah.
   - Jangan menaruh apapun pada steker listrik maupun stopkontak listrik.
   - Jangan gunakan kabel sementara pada tempat kabel permanen.

d. Tugas

- Lakukan survey di bengkel anda tentang pertolongan pertama akibat efek sengatan/sentuhan arus listrik (*the effects of electric current on the body*) pada tubuh manusia. Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut ?
- Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal pertolongan pertama akibat efek sengatan/sentuhan arus listrik (*the effects of electric current on the body*) pada tubuh manusia !
- Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?



e. Tes Formatif

1. Jelaskan pengaruh arus listrik dalam tubuh manusia !
2. Sebutkan hal-hal apa saja yang sebaiknya dilakukan untuk keselamatan kerja di bengkel !
3. Sebutkan hal-hal apa saja yang sebaiknya TIDAK dilakukan untuk keselamatan kerja di bengkel !

f. Lembar Jawab Tes Formatif

1. Pengaruh arus listrik dalam tubuh manusia,
   - Dibawah 1 mA, Umumnya tidak jelas / tidak terasa
   - 1 mA, Seperti kesemutan
   - 5 mA, Sedikit kejutan merasa. Tidak paintful tapi mengganggu. Rata-rata individu dapat melepaskan. Reaksi invluntary kuat dapat menyebabkan cedera lainnya.
   - 6 s.d. 25 mA (Perempuan), Guncangan yang menyakitkan. Kehilangan kontrol otot
   - 9 s.d. 30 mA (Pria), Pembekuan saat ini atau "melepaskan" jangkauan. Jika otot-otot ekstensor sangat antusias oleh shock, orang tersebut dapat dilemparkan cara dari sumber listrik. Individu tidak bisa membiarkannya pergi. Ractions paksa yang kuat dapat menyebabkan cedera lainnya.
   - 50 s.d. 150 mA, Rasa sakit yang hebat, pertahanan saluran pernapasan, reaksi otot yang parah. Kematian adalah mungkin.
   - 1 s.d. 4,3 A, Aksi pompa ritmis jantung berhenti. Kontraksi otot dan kerusakan saraf terjadi: kematian akan sangat mungkin.
   - 10 A, Serangan jantung, luka bakar yang parah, kemungkinan terjadi kematian

2. Yang sebaiknya dilakukan untuk keselamatan kerja meliputi :
   - ✓ Hanya menggunakan colokan yang sesuai dengan outlet.
   - ✓ Pastikan bahwa sambungan listrik yang kencang.
   - ✓ Periksa isolasi kawat dalam kondisi baik.
   - ✓ Jauhkan mesin dan peralatan, dilumasi dengan baik.
   - ✓ Gunakan kabel ekstensi hanya bila diperlukan.



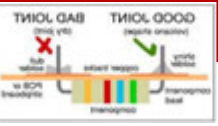
- ✓ Gunakan kabel luar tahan air.
- ✓ Hanya gunakan lampu ekstensi disetujui.
- ✓ Tinggalkan setidaknya 3 kaki dari ruang kerja sekitar listrik
- ✓ Akses untuk peralatan cepat.
- ✓ Area kerja Anda bersih. Berhati-hatilah dengan kain berminyak, kertas, serbuk gergaji, atau apa saja yang bisa membakar.
- ✓ Ikuti petunjuk produsen untuk semua peralatan yang menggunakan listrik.
- ✓ Untuk perbaikan kelistrikan, personil / teknisi pemeliharaan harus terampil dan berlisensi listrik.

3. Yang sebaiknya TIDAK dilakukan untuk keselamatan kerja meliputi :
   - Jangan terlalu overload termasuk beban motor.
   - Jangan biarkan debu, atau kotoran menempel pada mesin.
   - Jangan menempatkan kabel dekat lokasi/tempat panas atau air.
   - Jangan menaruh kabel sepanjang lantai di mana bisa mengakibatkan kerusakan.
   - Jangan menyentuh listrik apa pun dengan tangan basah.
   - Jangan menaruh apapun pada steker listrik maupun stopkontak listrik.
   - Jangan gunakan kabel sementara pada tempat kabel permanen.

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.



3. Langkah Kerja

a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas

a) Buatlah laporan hasil survey bengkel tentang pertolongan pertama akibat efek sengatan/sentuhan arus listrik (*the effects of electric current on the body*) pada tubuh manusia secara ringkas dan jelas!
b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal pertolongan pertama akibat efek sengatan/sentuhan arus listrik (*the effects of electric current on the body*) pada tubuh manusia.
c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



7. Kegiatan Belajar 7.

Pencegahan gangguan *Arc flash* pada sistem instalasi listrik

a. Tujuan Pembelajaran

- Peserta diklat / siswa dapat melakukan Pencegahan gangguan *Arc flash* pada sistem instalasi listrik

b. Uraian Materi

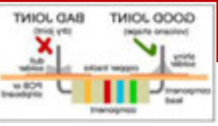
Sederhananya, *Flash Arc* adalah fenomena di mana *flashover* arus listrik meninggalkan jalurnya dan perjalanan melalui udara (konsleting) dari satu konduktor ke yang lain, atau ke tanah. Hasilnya ketika manusia sering di dekat *Flash Arc*, bisa terjadi cedera serius dan bahkan kematian dapat terjadi.

Arc flash dapat disebabkan oleh banyak hal termasuk:

- Debu
- Alat terjatuh
- Kondensasi
- Kegagalan Material
- Korosi
- Instalasi rusak

Akibat dari *Flash Arc*

- Luka bakar
- Terjadi loncatan bunga api dan bisa menyebar dengan cepat
- Terjadi ledakan karena tekanan (di atas 2.000 lbs. / Sq.ft)
- Panas (ke atas dari 35.000 derajat F)



c. Rangkuman

Flash Arc adalah fenomena di mana *flashover* arus listrik meninggalkan jalurnya dan perjalanan melalui udara (konsleting) dari satu konduktor ke yang lain, atau ke tanah. Hasilnya ketika manusia sering di dekat *Flash Arc*, bisa terjadi cedera serius dan bahkan kematian dapat terjadi.

Akibat dari *Flash Arc:*

- Luka bakar
- Terjadi loncatan bunga api dan bisa menyebar dengan cepat
- Terjadi ledakan karena tekanan (di atas 2.000 lbs. / Sq.ft)
- Panas (ke atas dari 35.000 derajat F)

d. Tugas

1. Lakukan survey di bengkel anda tentang pencegahan gangguan *Arc flash* pada sistem instalasi listrik. Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut ?
2. Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal pencegahan gangguan *Arc flash* pada sistem instalasi listrik !
3. Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?

e. Tes Formatif

1. Jelaskan terjadinya *Flash Arc ?*
2. Sebutkan akibat dari *Flash Arc !*

f. Lembar Jawab Tes Formatif

Flash Arc adalah fenomena di mana *flashover* arus listrik meninggalkan jalurnya dan perjalanan melalui udara (konsleting) dari satu konduktor ke yang lain, atau ke tanah. Hasilnya ketika manusia sering di dekat *Flash Arc*, bisa terjadi cedera serius dan bahkan kematian dapat terjadi.



Akibat dari *Flash Arc:*

- Luka bakar
- Terjadi loncatan bunga api dan bisa menyebar dengan cepat
- Terjadi ledakan karena tekanan (di atas 2.000 lbs. / Sq.ft)
- Panas (ke atas dari 35.000 derajat F)

g.Lembar Kerja Peserta didik

a. Alat dan Bahan

a) Peralatan tulis.

b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja

a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.

b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja

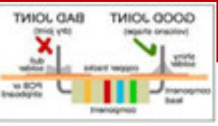
a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.

b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.

c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.

d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.

e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.



4. Tugas

a) Buatlah laporan hasil survey bengkel tentang pencegahan gangguan *Arc flash* pada sistem instalasi listrik secara ringkas dan jelas!

b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal pencegahan gangguan *Arc flash* pada sistem instalasi listrik.

c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



8. Kegiatan Belajar 8.

Penerapan sistem proteksi akibat gangguan *Flash Arc* menggunakan sistem instalasi listrik (*Arc-Fault Circuit Interrupters*-AFCIs)

a. Tujuan Pembelajaran

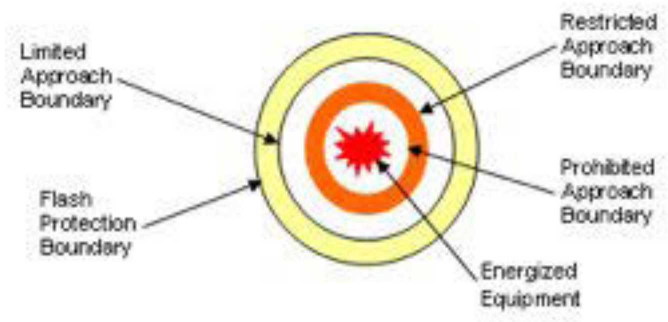
Peserta diklat / siswa dapat :

- Menjelaskan batas pendekatan / perlindungan karyawan
- Menyebutkan cara untuk melindungi Pekerja
- Menyebutkan keselamatan terkait praktek kerja
- Menjelaskan peringatan Label *Flash Arc*

b. Uraian Materi

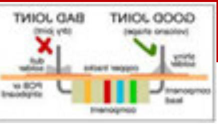
1. Batas Pendekatan / Perlindungan karyawan

The National Fire Protection Association (NFPA) telah mengembangkan batas-batas pendekatan khusus yang dirancang untuk melindungi karyawan saat bekerja pada atau dekat peralatan energi. Batas-batas tersebut adalah:



Gambar 11. Batas perlindungan karyawan

Flash Protection Boundary (outer boundary) adalah batas terjauh yang ditetapkan dari sumber energi. Jika flash arc terjadi, batas ini terjadi di mana seorang karyawan akan terkena panas (1,2 calories/cm^2). Masalah di sini adalah panas yang dihasilkan dari flash yang menghasilkan luka bakar.



Limited Approach: Sebuah batas pendekatan pada jarak dari bagian terbuka di mana ada bahaya sengatan listrik.

Restricted Approach: Sebuah batas pendekatan pada jarak dari bagian yang terkena ada peningkatan risiko shock.

Prohibited Approach (inner boundary): Sebuah jarak dari bagian yang langsung terkena dampak panas

Beberapa peralatan akan memiliki batas perlindungan flash yang lebih besar sementara peralatan lain akan memiliki batas yang lebih rendah.

2. Cara untuk melindungi Pekerja

Terdapat beberapa cara untuk melindungi pekerja dari ancaman bahaya listrik. Beberapa metode tersebut adalah untuk melindungi karyawan yang memenuhi syarat melakukan pekerjaan pada sirkuit listrik dan metode lain yang diarahkan karyawan non-kualifikasi yang bekerja pada peralatan di dekatnya.

Berikut ini beberapa metode protektif:

- *De-energize the circuit*
- *Work Practices*
- *Insulation*
- *Guarding*
- *Barricades*
- *Ground Fault Circuit Interrupters (GFCI)*
- *Grounding (secondary protection)*

3. Keselamatan terkait praktek kerja

Bengkel / laboratorium harus mengembangkan dan menegakkan praktek kerja yang terkait dengan keselamatan untuk mencegah sengatan listrik atau luka lain yang dihasilkan dari kontak listrik baik langsung maupun tidak langsung.

Praktek kerja yang terkait dengan keselamatan spesifik harus konsisten dengan sifat dan tingkat bahaya listrik terkait.

Keselamatan terkait praktek kerja ini dapat mencakup:

- *Energized Electrical Work Permit*

- *Personal Protective Equipment*
- *Insulated Tools*
- *Written Safety Program*
- *Job Briefing*

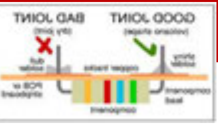
4. Memahami Peringatan Label *Flash Arc*

Setiap bagian dari peralatan yang beroperasi pada 50 volt atau lebih dan tidak dimasukkan ke dalam keadaan *deenergized* harus dievaluasi untuk *flash arc* dan perlindungan shock. Evaluasi ini akan menentukan batas-batas yang sebenarnya (yaitu dilarang, terbatas dll) dan akan menginformasikan karyawan tentang apa PPE yang harus dipakai.

Setelah evaluasi selesai label peringatan *Flash Arc Hazard* harus ditempelkan pada peralatan dan mudah diakses kepada karyawan yang dapat bekerja pada peralatan energi.



Gambar 1. Contoh label arc flash



5. Kewajiban Karyawan

Karyawan harus mengikuti persyaratan label *Flash Arc Hazard* dengan memakai peralatan yang tepat pelindung pribadi (PPE), penggunaan alat-alat terisolasi dan tindakan pencegahan keselamatan lainnya yang terkait . Ini termasuk tidak bekerja pada atau dekat sirkuit kecuali Anda adalah seorang pekerja yang profesional.

Orang yang memenuhi syarat : Orang yang telah menerima pelatihan dan telah menunjukkan keterampilan dan pengetahuan dalam membangun dan mengoperasikan peralatan listrik dan instalasi serta bahaya yang mungkin terjadi .

Persyaratan tambahan bagi orang-orang yang memenuhi syarat yaitu orang yang mempunyai keahlian (yaitu yang diizinkan untuk bekerja pada atau dekat bagian terkena energi) harus , minimal , dilatih dalam dan akrab dengan hal-hal berikut :

- Keterampilan dan teknik yang diperlukan untuk membedakan bagian aktif terekspos dari bagian lain peralatan listrik .
- Keterampilan dan teknik yang diperlukan untuk menentukan tegangan nominal, dan
- Jarak yang ditentukan dan tegangan harus memenuhi syarat.

c. Rangkuman

1. *Flash Protection Boundary (outer boundary)* adalah batas terjauh yang ditetapkan dari sumber energi. Jika flash arc terjadi, batas ini terjadi di mana seorang karyawan akan terkena panas (1,2 calories/cm^2). Masalah di sini adalah panas yang dihasilkan dari flash yang menghasilkan luka bakar.
2. Metode protektif :
   - ✓ *De-energize the circuit*
   - ✓ *Work Practices*
   - ✓ *Insulation*
   - ✓ *Guarding*
   - ✓ *Barricades*
   - ✓ *Ground Fault Circuit Interrupters (GFCI)*
   - ✓ *Grounding (secondary protection)*



1. Keselamatan terkait praktek kerja ini dapat mencakup:
   - ✓ *Energized Electrical Work Permit*
   - ✓ *Personal Protective Equipment*
   - ✓ *Insulated Tools*
   - ✓ *Written Safety Program*
   - ✓ *Job Briefing*
2. Setiap bagian dari peralatan yang beroperasi pada 50 volt atau lebih dan tidak dimasukkan ke dalam keadaan *deenergized* harus dievaluasi untuk *flash arc* dan perlindungan shock. Evaluasi ini akan menentukan batas-batas yang sebenarnya (yaitu dilarang, terbatas dll) dan akan menginformasikan karyawan tentang apa PPE yang harus dipakai.
3. Karyawan harus mengikuti persyaratan label *Flash Arc Hazard* dengan memakai peralatan yang tepat pelindung pribadi (PPE), penggunaan alat-alat terisolasi dan tindakan pencegahan keselamatan lainnya yang terkait . Ini termasuk tidak bekerja pada atau dekat sirkuit kecuali Anda adalah seorang pekerja yang profesional.

d. Tugas

- Lakukan survey di bengkel anda tentang penerapan sistem proteksi akibat gangguan *Flash Arc* menggunakan sistem instalasi listrik (*Arc-Fault Circuit Interrupters*-AFCIs). Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut ?
- Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal penerapan sistem proteksi akibat gangguan *Flash Arc* menggunakan sistem instalasi listrik (*Arc-Fault Circuit Interrupters*-AFCIs) !
- Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?

e. Tes Formatif

1. Jelaskan batas pendekatan / perlindungan karyawan !
2. Sebutkan cara untuk melindungi pekerja !
3. Sebutkan keselamatan terkait praktek kerja !
4. Jelaskan peringatan Label *Flash Arc !*

f. Lembar Jawab Tes Formatif

1. *Flash Protection Boundary (outer boundary)* adalah batas terjauh yang ditetapkan dari sumber energi. Jika flash arc terjadi, batas ini terjadi di mana seorang karyawan akan terkena panas (1,2 calories/cm^2). Masalah di sini adalah panas yang dihasilkan dari flash yang menghasilkan luka bakar.

2. Metode protektif :
   - ✓ *De-energize the circuit*
   - ✓ *Work Practices*
   - ✓ *Insulation*
   - ✓ *Guarding*
   - ✓ *Barricades*
   - ✓ *Ground Fault Circuit Interrupters (GFCI)*
   - ✓ *Grounding (secondary protection)*
3. Keselamatan terkait praktek kerja ini dapat mencakup:
   - ✓ *Energized Electrical Work Permit*
   - ✓ *Personal Protective Equipment*
   - ✓ *Insulated Tools*
   - ✓ *Written Safety Program*
   - ✓ *Job Briefing*
4. Setiap bagian dari peralatan yang beroperasi pada 50 volt atau lebih dan tidak dimasukkan ke dalam keadaan *deenergized* harus dievaluasi untuk *flash arc* dan perlindungan shock. Evaluasi ini akan menentukan batas-batas yang sebenarnya (yaitu dilarang, terbatas dll) dan



akan menginformasikan karyawan tentang apa PPE yang harus dipakai.

5. Karyawan harus mengikuti persyaratan label *Flash Arc Hazard* dengan memakai peralatan yang tepat pelindung pribadi (PPE), penggunaan alat-alat terisolasi dan tindakan pencegahan keselamatan lainnya yang terkait . Ini termasuk tidak bekerja pada atau dekat sirkuit kecuali Anda adalah seorang pekerja yang profesional.

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja
   a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
   b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
   c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
   d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
   e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas
   a) Buatlah laporan hasil survey bengkel tentang penerapan sistem proteksi akibat gangguan *Flash Arc* menggunakan sistem instalasi listrik (*Arc-Fault Circuit Interrupters*-AFCIs) secara ringkas dan jelas!
   b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal penerapan sistem proteksi akibat gangguan *Flash Arc* menggunakan sistem instalasi listrik (*Arc-Fault Circuit Interrupters*-AFCIs).
   c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



9. Kegiatan Belajar 9.

Pembuatan tanda-tanda (rambu-rambu) penting berkenaan dengan kesehatan dan keselamatan kerja disekitar tempat kerja

a. Tujuan Pembelajaran

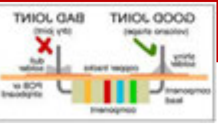
Peserta diklat / siswa dapat melakukan pembuatan tanda-tanda (rambu-rambu) penting berkenaan dengan kesehatan dan keselamatan kerja disekitar tempat kerja

b. Uraian Materi

Tanda bahaya dan peringatan disebut juga tanda instruksi yang harus dicantumkan pada setiap mesin, ruangan yang mengandung unsur bahaya, ditempat yang berbahaya, dimana sering terjadi kecelakaan atau ditempat Pembuatan panduan pelayanan kesehatan dan dan keselamatan di sekitar lingkungan tempat kerja penyimpanan zat kimia yang mempunyai tanda khusus sesuai dengan sifat kimia tersebut.

Tanda-tanda instruksi sangat membantu setiap orang melihatnya untuk memperingatkan atau menyadarkan dari kemungkinan terjadinya bahaya/kecelakaan yang dapat menimpanya. Prosedur pembuatan tanda instruksi dan cara penempatannya, sebagai berikut :

a. Setiap tangga, lantai berlubang dan terowongan, dimana pekerja akan melaluinya harus diberi tand dengan sibul untuk mencegah bahaya terjatuh, patah kaki dan lainnya.
b. Ruangan atau tempat yang menyimpan bahan/zat yang mudah terbakar misalnya bensin, zat kimia, kapas, kain dan lainnya, maka didepan pintu masuk, lemari diberi tanda /simbul mudah terbakar
c. Ruangan atau tempat yang menyimpan bahan/zat yang mengandung gas beracun misalnya zat kimia yang mengandung racun, maka didepan pintu masuk, lemari zat diberi tanda /simbul gas beracun
d. Tanda atau simbol bahaya harus kelihatan jelas bila pekerja melakukan pekerjaan dengan menggunakan warna merah sebagai warna utama, papan dibagian atas diberi warna hitam, sebelah bawah diberi cat warna putih.



Penggunaan papan penanda keselamatan yang benar di tempat kerja dapat:

a) Menggalakkan instruksi – instruksi dan aturan – aturan keselamatan kerja

b) Memberikan informasi atas resiko dan tindakan pencegahan yang harus di ambil

Terdapat tiga kelompok penanda keselamatan yang dapat digunakan di tempat kerja :

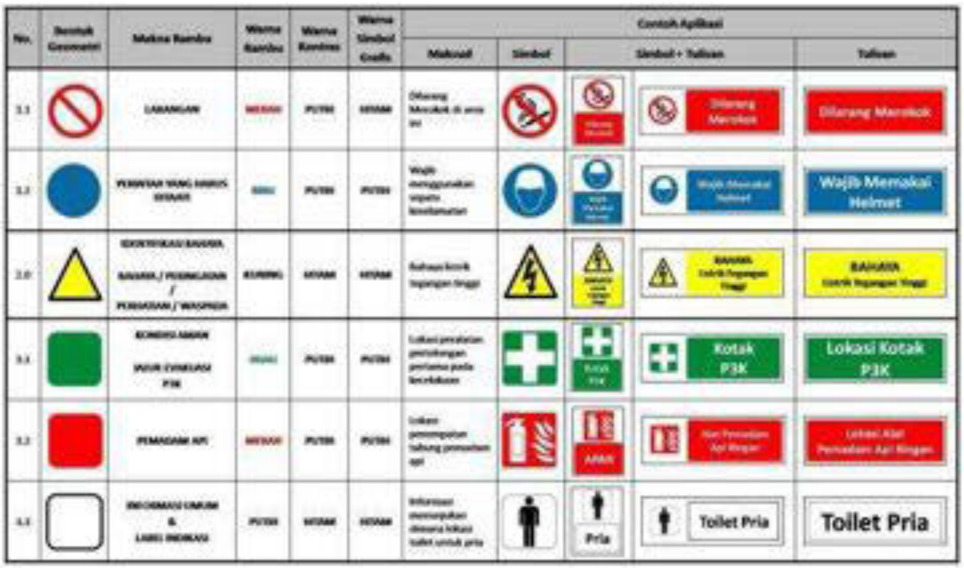
1. **PENANDA KESELAMATAN KERJA** digunakan untuk memberikan informasi dalam kondisi kerja normal
2. **PENANDA PERINGATAN BAHAYA** di gunakan untuk mengidentifikasi beberapa subtansi berbahaya dan perlu dimasukkan sebagai bagian dari pelabelan subtansi-subtansi berbahaya.
3. **PAPAN HAZCHEM** digunakan untuk memberikan peringatan dalam kondisi darurat mengenai sifat subtansi-subtansi yang mungkin terlibat dalam kebakaran atau kecelakaan di jalan raya. Untuk kendaraan transportasi telah dilengkapi dengan sebuah kartu term yang di pegang oleh pengemudi.

Sebuah poster kesehatan dan keselamatan kerja k3 adalah sebuah poster yang menjelaskan aturan atau memberikan saran yang dirancang untuk membuat orang keluar dari bahaya di tempat kerja seperti kantor, pabrik, sekolah, gedung pemerintah atau akomodasi sewaan. Hal tersebut dirancang untuk memperingatkan orang-orang dari potensi bahaya dan bagaimana melindungi diri dari cedera.

Pemasangan rambu-rambu keselamatan bertujuan Sebagai upaya untuk mengatasi kecelakaan dan gangguan kesehatan dapat diberi peringatan yang Berupa rambu atau simbol, misalnya tanda larangan, peringatan, perintah atau anjuran.







No.	Bentuk Geometri	Makna Rambu	Warna Rambu	Warna Kontras	Warna Simbol Grafis	Contoh Aplikasi				
						Maksud	Simbol	Simbol + Tulisan		Tulisan
1.1		LARANGAN	MERAH	PUTIH	HITAM	Dilarang Merokok di area ini		Dilarang Merokok	Dilarang Merokok	Dilarang Merokok
1.2		PERINTAH YANG HARUS DIIKUTI	BIRU	PUTIH	PUTIH	Wajib menggunakan sepatu keselamatan		Wajib Memakai Helmet	Wajib Memakai Helmet	Wajib Memakai Helmet
2.0		IDENTIFIKASI BAHAYA BAHAYA / PERINGATAN / PERHATIAN / WASPADA	KUNING	HITAM	HITAM	Bahaya listrik tegangan tinggi		BAHAYA Listrik Tegangan Tinggi	BAHAYA Listrik Tegangan Tinggi	BAHAYA Listrik Tegangan Tinggi
3.1		KONDISI AMAN JALUR EVAKUASI P3K	HIJAU	PUTIH	PUTIH	Lokasi peralatan pertolongan pertama pada kecelakaan		Kotak P3K	Kotak P3K	Lokasi Kotak P3K
3.2		PEMADAM API	MERAH	PUTIH	PUTIH	Lokasi penempatan tabung pemadam api		APAR	Alat Pemadam Api Ringan	Lokasi Alat Pemadam Api Ringan
4.1		INFORMASI UMUM & LABEL INDIKASI	PUTIH	HITAM	HITAM	Informasi menunjukan dimana lokasi toilet untuk pria		Pria	Toilet Pria	Toilet Pria


Shower
PPPK
Hydrant
Switch off after use
Now wash your hands
Switch off when not in use
Emergency stop
Keep tidy
Place all rubbish in bins provided
Emergency Stop





c. Rangkuman

Tanda bahaya dan peringatan disebut juga tanda instruksi yang harus dicantumkan pada setiap mesin, ruangan yang mengandung unsur bahaya, ditempat yang berbahaya, dimana sering terjadi kecelakaan atau ditempat Pembuatan panduan pelayanan kesehatan dan dan keselamatan di sekitar lingkungan tempat kerja penyimpanan zat kimia yang mempunyai tanda khusus sesuai dengan sifat kimia tersebut.

Terdapat tiga kelompok penanda keselamatan yang dapat digunakan di tempat kerja :

1. **PENANDA KESELAMATAN KERJA** digunakan untuk memberikan informasi dalam kondisi kerja normal
2. **PENANDA PERINGATAN BAHAYA** di gunakan untuk mengidentifikasi beberapa subtansi berbahaya dan perlu dimasukkan sebagai bagian dari pelabelan subtansi-subtansi berbahaya.
3. **PAPAN HAZCHEM** digunakan untuk memberikan peringatan dalam kondisi darurat mengenai sifat subtansi-subtansi yang mungkin terlibat dalam kebakaran atau kecelakaan di jalan raya. Untuk kendaraan transportasi telah dilengkapi dengan sebuah kartu term yang di pegang oleh pengemudi.

d. Tugas

a) Lakukan survey di bengkel anda tentang tanda-tanda (rambu-rambu) penting berkenaan dengan kesehatan dan keselamatan kerja disekitar tempat kerja. Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut ?

b) Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal tanda-tanda (rambu-rambu) penting berkenaan dengan kesehatan dan keselamatan kerja disekitar tempat kerja !

c) Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?

e. Tes Formatif

1. Mengapa tanda bahaya dan peringatan sangat diperlukan di bengkel ?
2. Sebutkan tiga kelompok penanda keselamatan yang dapat digunakan di tempat kerja !

f. Lembar Jawab Tes Formatif

a. Tanda bahaya dan peringatan disebut juga tanda instruksi yang harus dicantumkan pada setiap mesin, ruangan yang mengandung



unsur bahaya, ditempat yang berbahaya, dimana sering terjadi kecelakaan atau ditempat Pembuatan panduan pelayanan kesehatan dan dan keselamatan di sekitar lingkungan tempat kerja penyimpanan zat kimia yang mempunyai tanda khusus sesuai dengan sifat kimia tersebut.

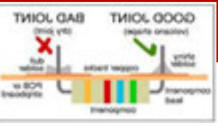
2. Terdapat tiga kelompok penanda keselamatan yang dapat digunakan di tempat kerja :
   a) **PENANDA KESELAMATAN KERJA** digunakan untuk memberikan informasi dalam kondisi kerja normal
   b) **PENANDA PERINGATAN BAHAYA** di gunakan untuk mengidentifikasi beberapa subtansi berbahaya dan perlu dimasukkan sebagai bagian dari pelabelan subtansi-subtansi berbahaya.
   c) **PAPAN HAZCHEM** digunakan untuk memberikan peringatan dalam kondisi darurat mengenai sifat subtansi-subtansi yang mungkin terlibat dalam kebakaran atau kecelakaan di jalan raya. Untuk kendaraan transportasi telah dilengkapi dengan sebuah kartu term yang di pegang oleh pengemudi.

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja
   a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.



b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas
a) Buatlah laporan hasil survey bengkel tentang tanda-tanda (rambu-rambu) penting berkenaan dengan kesehatan dan keselamatan kerja disekitar tempat kerja secara ringkas dan jelas!
b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal tanda-tanda (rambu-rambu) penting berkenaan dengan kesehatan dan keselamatan kerja disekitar tempat kerja !.
c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.
d) Rancang dan buatlah tanda-tanda (rambu-rambu) penting berkenaan dengan kesehatan dan keselamatan kerja disekitar tempat kerja !.



10. Kegiatan Belajar 10.

Pembuatan panduan pelayanan kesehatan dan dan keselamatan di sekitar lingkungan tempat kerja

a. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat / siswa dapat membuatkan panduan pelayanan kesehatan dan dan keselamatan di sekitar lingkungan tempat kerja

b. Uraian Materi

Sesuai dengan kondisi perusahaan dan kebijakan pihak manajemen, terdapat berbagai jenis system pelayanan kesehatan. Untuk perusahaan besar dan mampu, penyelenggaraannya dapat dilakukan sendiri. Sedang di perusahaan menengah dan kecil, masih banyak dijumpai berbagai masalah.

Di perusahaan besar, pelayanan kesehatan dilaksanakan secara komprehensif untuk seluruh karyawan, keluarga bahkan pada pensiunan dan janda karyawan.

Pengembangan program kesehatan juga selalu disesuaikan dengan kebutuhan yang terjadi. Keadaan demikian ditunjang pula oleh kedudukan bagian kesehatan dalam keseluruhan organisasi perusahaan, yang berada dalam posisi sejajar dengan unsure penunjang lainnya seperti bagian personalia, logistic atau produksi.

Selanjutnya di perusahaan kecil, penyelenggaraan pelayanan kesehatan kerja secara komprehensif umumnya sangat sulit terlaksana. Oleh karena itu, dapat dipilih alternative sebagai berikut:

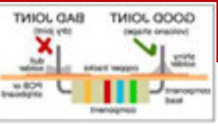
a). Penyediaan satu dokter untuk sepuluh perusahaan kecil yang berkelompok

b). Menentukan dokter langganan

c). Menggunakan fasilitas pelayanan kesehatan terdekat

d). Ikut serta dalam program asuransi kesehatan

Perlu diketahui bahwa penyelenggaraan pelayanan kesehatan kerja dapat dilakukan sendiri oleh pengurus, diselenggarakan oleh pengurus bekerjasama dengan dokter atau pelayanan kesehatan lain dan oleh



pengurus beberapa perusahaan secara bersama. Pengelompokkan perusahaan sebagai dasar kebutuhan tenaga dokter disarankan:

1) menyelenggarakan pelayanan kesehatan kerja berbentuk klinik dan mempekerjakan seorang dokter yang praktek setiap hari.
2) Perusahaan yang mempunyai tenaga kerja 200-500 orang dengan tingkat bahaya rendah harus melakukan pelayanan kesehatan kerja yang berbentuk klinik, dilayani oleh para medis setiap hari dan dokter praktek tiap dua hari.
3) Sedang perusahaan dengan jumlah tenaga kerja 200-500 orang, dengan tingkat bahaya tinggi, menyelenggarakan pelayanan kesehatan kerja sesuai poin 1.
4) Perusahaan dengan jumlah tenaga kerja 100-200 orang, dengan tingkat bahaya rendah, menyediakan klinik yang dibuka setiap hari, dilayani oleh para medis, dokter praktek tiap tiga hari.
5) Apabila perusahaan dengan jumlah tenaga kerja 100-200 orang tersebut mempunyai tingkat bahaya tinggi, maka penyelenggaraan pelayanan kesehatan kerja dilaksanakan seperti pada poin 2.
6) Perusahaan yang jumlah tenaga kerjanya kurang dari seratus orang, maka pelayanan kesehatan kerja diselenggarakan bersama-sama dengan pengurus perusahaan lain.

Penyelenggaraan pelayanan kesehatan kerja dan dokter yang memimpin dan melaksanakan pelayanan kesehatan kerja harus disahkan dan disetujui oleh Direktur (pejabat yang ditunjuk oleh Menteri Tenaga Kerja), dan telah memperoleh pelatihan dibidang Hiperkes dan Keselamatan Kerja.

Pelayanan Kesehatan Kerja

Pelayanan kesehatan di perusahaan atau dikenal juga sebagai pelayanan kesehatan kerja, diselenggarakan untuk melindungi pekerja dari kemungkinan mengalami gangguan kesehatan yang disebabkan oleh pekerjaan dan lingkungan kerja, serta sekaligus mengupayakan peningkatan kemampuan fisik pekerja.

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 03/MEN/1982 tentang Pelayanan Kesehatan Kerja, maksud

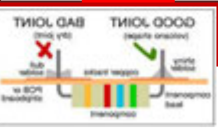
penyelenggaraan pelayanan kesehatan kerja adalah memberikan bantuan kepada tenaga kerja dalam penyesuaian pekerjaan dan karakteristik fisik, melindungi tenaga kerja dari setiap gangguan kesehatan yang timbul dari pekerjaan dan lingkungan kerja, meningkatkan kesehatan badan, kondisi mental dan kemampuan fisik tenaga kerja. Disamping itu perlu diberikan pula pengobatan dan perawatan bagi tenaga kerja yang menderita sakit, disertai rehabilitasinya.

Tugas pokok pelayanan kesehatan kerja, menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 03/MEN/1982, meliputi:

a. Pemeriksaan kesehatan, baik awal mulai bekerja, berkala, maupun secara khusus
b. Pembinaan dan pengawasan penyesuaian pekerjaan terhadap tenaga kerja
c. Pembinaan dan pengawasan lingkungan kerja
d. Pembinaan dan pengawasan saniter
e. Pembinaan dan pengawasan perlengkapan untuk kesehatan tenaga kerja
f. Pencegahan dan pengobatan penyakit umum dan penyakit akibat kerja
g. Pertolongan pertama pada kecelakaan
h. Pendidikan kesehatan untuk tenaga kerja dan pelatihan P3K
i. Pemberian nasehat tentang tempat kerja, alat pelindung diri, gizi dan penyelenggaraan makanan ditempat kerja.
j. Membantu rehabilitasi akibat kecelakaan atau penyakit akibat kerja
k. Pembinaan dan pengawasan tenaga kerja yang mempunyai kelainan tertentu
l. Pelaporan secara berkala

Menurut *Occupational Medical Practice Committee dari AOMA (American Occupational Medical Association),* program minimal kesehatan kerja adalah:

1). Mentaati semua peraturan perundangan



2). Melakukan tindakan yang mampu menjamin semua operasi dan produk perusahaan agar tidak membahayakan kesehatan tenaga kerja, konsumen maupun masyarakat umum.

3). Mampu memenuhi kebutuhan perawatan kesehatan bagi mereka yang kesehatannya terganggu akibat pekerjaan, lingkungan kerja atau hasil Produksi

c. Rangkuman

Pelayanan kesehatan di perusahaan atau dikenal juga sebagai pelayanan kesehatan kerja, diselenggarakan untuk melindungi pekerja dari kemungkinan mengalami gangguan kesehatan yang disebabkan oleh pekerjaan dan lingkungan kerja, serta sekaligus mengupayakan peningkatan kemampuan fisik pekerja.

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 03/MEN/1982 tentang Pelayanan Kesehatan Kerja, maksud penyelenggaraan pelayanan kesehatan kerja adalah memberikan bantuan kepada tenaga kerja dalam penyesuaian pekerjaan dan karakteristik fisik, melindungi tenaga kerja dari setiap gangguan kesehatan yang timbul dari pekerjaan dan lingkungan kerja, meningkatkan kesehatan badan, kondisi mental dan kemampuan fisik tenaga kerja.

d. Tugas

a) Lakukan survey di bengkel anda tentang pembuatan panduan pelayanan kesehatan dan dan keselamatan di sekitar lingkungan tempat kerja. Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut?

b) Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal pembuatan panduan pelayanan kesehatan dan dan keselamatan di sekitar lingkungan tempat kerja !

c) Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?



e.Tes Formatif

1. Mengapa pelayanan kesehatan di perusahaan diperlukan ?
2. Apa definisi pelayanan Kesehatan Kerja menurut Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 03/MEN/1982

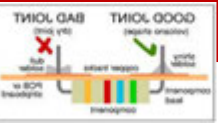
f. Lembar Jawab Tes Formatif

1. Pelayanan kesehatan di perusahaan atau dikenal juga sebagai pelayanan kesehatan kerja, diselenggarakan untuk melindungi pekerja dari kemungkinan mengalami gangguan kesehatan yang disebabkan oleh pekerjaan dan lingkungan kerja, serta sekaligus mengupayakan peningkatan kemampuan fisik pekerja.
2. Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 03/MEN/1982 tentang Pelayanan Kesehatan Kerja, maksud penyelenggaraan pelayanan kesehatan kerja adalah memberikan bantuan kepada tenaga kerja dalam penyesuaian pekerjaan dan karakteristik fisik, melindungi tenaga kerja dari setiap gangguan kesehatan yang timbul dari pekerjaan dan lingkungan kerja, meningkatkan kesehatan badan, kondisi mental dan kemampuan fisik tenaga kerja

g.Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.



3. Langkah Kerja
   a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
   b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
   c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
   d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
   e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas

a) Buatlah laporan hasil survey bengkel tentang pembuatan panduan pelayanan kesehatan dan dan keselamatan di sekitar lingkungan tempat kerja secara ringkas dan jelas!
b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal pembuatan panduan pelayanan kesehatan dan dan keselamatan di sekitar lingkungan tempat kerja.
c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.
d) Rancang dan buatlah panduan pelayanan kesehatan dan dan keselamatan di sekitar lingkungan tempat kerja



11. Kegiatan Belajar 11.

Penggunaan alat pemadam kebakaran jinjing untuk mencegah kebakaran berdasarkan *standard operational prosedure*.

a. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat / siswa dapat :

12. Menjelaskan Prinsip Pemadaman Kebakaran
13. Menyebutkan macam-macam Alat-alat Pemadam Kebakaran

b. Uraian Materi

1. Prinsip Pemadaman Kebakaran

Kebakaran adalah suatu nyala api, baik kecil atau besar pada tempat yang tidak kita hendaki, merugikan dan pada umumnya sukar dikendalikan. Api terjadi karena persenyawaan dari:

- Sumber panas, seperti energi elektron (listrik statis atau dinamis), sinar matahari, reaksi kimia dan perubahan kimia.
- Benda mudah terbakar, seperti bahan-bahan kimia, bahan bakar, kayu, plastik dan sebagainya.
- Oksigen (tersedia di udara)

Apabila ketiganya bersenyawa maka akan terjadi api. Dalam pencegahan terjadinya kebakaran kita harus bisa mengontrol Sumber panas dan Benda mudah terbakar, misalnya Dilarang Merokok ketika Sedang Melakukan Pengisian Bahan Bakar, Pemasangan Tanda-Tanda Peringatan, dan sebagainya.

Apabila sudah terjadi kebakaran maka langkah kita adalah menghilangkan adanya Oksigen dalam kebakaran tersebut. Contoh mudahnya seperti ketika kita menghidupkan lilin, lalu coba kita tutup dengan gelas maka api pada lilin tersebut akan mati karena oksigen yang berada di luar gelas tidak dapat masuk dan oksigen yang berada dalam gelas berubah menjadi Karbon Dioksida (CO_2) yang mematikan api. Ketika kita memadamkan kebakaran dengan mengunakan APAR, karung goni yang basah dan pasir yang terjadi adalah kita mengisolasi

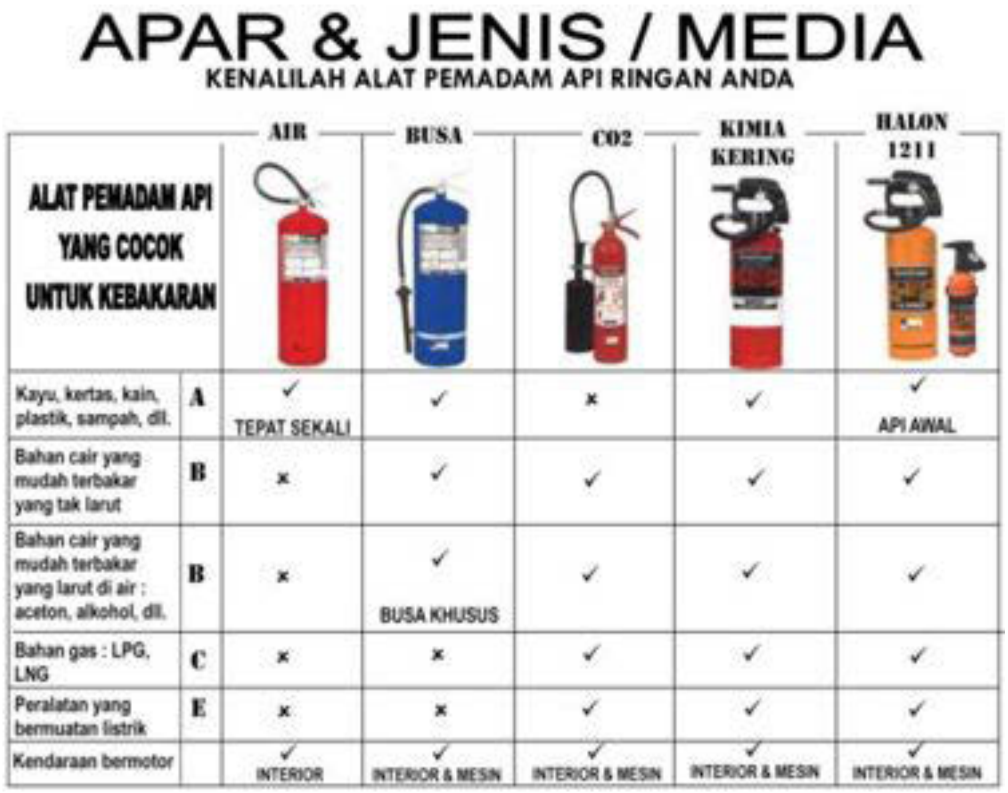
adanya oksigen dalam api tersebut asal semua permukaan api tertutupi oleh ketiga media pemadaman tersebut dan api akan mati seperti lilin yang kita tutup memakai gelas tadi. Bila kita menggunakan air sebagai media pemadaman maka terjadi reaksi pendinginan panas dan isolasi oksigen dari kebakaran tersebut.

2. **Alat-alat Pemadam Kebakaran**



Gambar 12. APAR dan bagian-bagiannya





ALAT PEMADAM API YANG COCOK UNTUK KEBAKARAN		AIR	BUSA	CO2	KIMIA KERING	HALON 1211
Kayu, kertas, kain, plastik, sampah, dll.	A	✓ TEPAT SEKALI	✓	×	✓	✓ API AWAL
Bahan cair yang mudah terbakar yang tak larut	B	×	✓	✓	✓	✓
Bahan cair yang mudah terbakar yang larut di air : aceton, alkohol, dll.	B	×	✓ BUSA KHUSUS	✓	✓	✓
Bahan gas : LPG, LNG	C	×	×	✓	✓	✓
Peralatan yang bermuatan listrik	E	×	×	✓	✓	✓
Kendaraan bermotor		✓ INTERIOR	✓ INTERIOR & MESIN	✓ INTERIOR & MESIN	✓ INTERIOR & MESIN	✓ INTERIOR & MESIN

Gambar 13. APAR dan jenis medianya

Pemadam api portable biasanya ditempatkan pada tempat yang aman. Ada 4 jenis alat pemadam kebakaran dengan beberapa perbedaan pada masing-masing jenisnya. Pada bagian sisi alat pemadam biasanya dilengkapi dengan label instruksi. Label ini memberikan rincian bagaimana menggunakan pemadam api, juga dijelaskan untuk api jenis apa digunakan. Selalu baca plat instruksi sebelum anda menggunakan pemadam api. Ke empat alat pemadam api tersebut adalah sebagai berikut:

1) **Pemadam kebakaran yang berisi air** pemadam kebakaran jenis berisi air hanya cocok untuk memadamkan api kelas A. Pemadam ini dicat merah. Rentang semprotannya berkisar 10m. Digunakan sesuai petunjuknya. Jenis pemadam bertekanan gas berkerja sampai kosong. Jenis pemadam bertekanan udara diaktifkan dengan alat picu dan dapat dihentikan setiap saat dengan cara melepas pemicu.



Gambar 14. Pemadam kebakaran yang berisi air

2) **Pemadam Kebakaran Karbon Dioksida (CO2)**

Alat ini diisi deengan karbon dioksida, cairan ini mempunyai tekanan yang sangat tinggi. Jenis ini paling sesuai untuk memadamkan api kelas B dan kelas C.

Jenis ini dicat warna merah dengan garis/pita hitam. Ukuran kecil mempunyai kemampuan semprot sampai 1,2m dan yang berukuran besar mempunyai kemampuan sampai 3 m.



Gambar 15. Pemadam Kebakaran Karbon Dioksida (CO2)

3) **Pemadam Kebakaran Busa**

Variasi mekanisme dan bahan kimia yang digunakan pada pemadam kebakaran busa cocok digunakan untuk memadamkan api kelas B dan terbatas pada api kelas A.

Tabung alat ini dicat dengan warna BIRU. Jarak semprotnya berkisar 6m. Operasikan sesuai petunjuk. Busa digunakan untuk



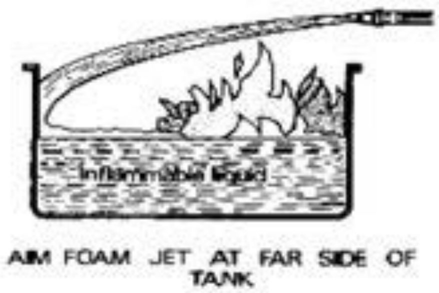
membentuk selimut untuk menutupi dan memadam api. Pemadam kebakaran jenis busa adalah yang paling efektif untuk memadamkan api dari bahan bakar cair yang berada dalam wadah diaman bahan ini cukup panas untuk dapat terbakar sendiri bila bersinggungan dengan oksigen.

Busa kurang efektif pada tumpahan yang menyebar. Jenis ini biasa jadi tidak efektif cairan yang terbakar seperti alcohol.

Untuk memadamkan cairan yang sedang terbakar, arahkan semprotan pemadam ke bagian sisi wadah di atas cairan. Hal ini akan menyebabkan busa mengalir ke bawah an menyebar di atas permukaan

cairan.





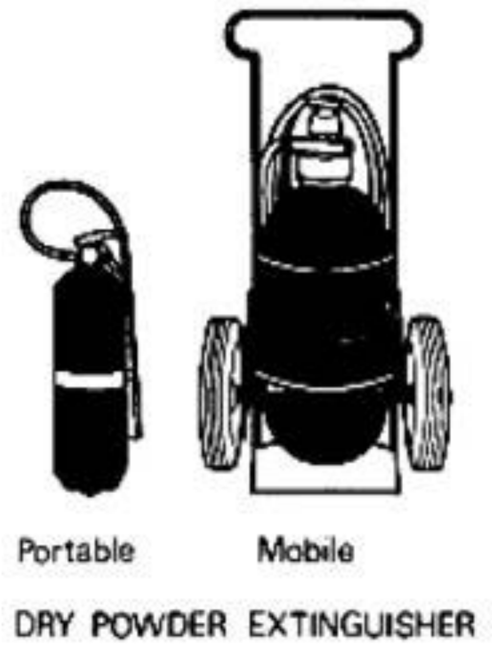
Gambar 16. APAR busa   Gambar 17. Penggunaan APAR busa

4) **Pemadam Kebakaran Tepung Kering**

Pemadam ini diisi dengan bahan kimia berbentuk tepung kering yang diinjeksikan dengan tekanan gas, atau dengan tekanan udara. Jenis ini sesuai untuk memadamkan api kelas B dan C.

Tabung pemadam ini dicat warna MERAH dengan lingkaran PUTIH. Alat ini mempunyai nozel berbentuk kipas. Rentang semprotan yang berukuran kecil sampai 3 m, dan yang berukuran besar sampai 6 meter. Operasikan berdasarkan petunjuk pemakaian. Pemadam kebakaran jenis tepung kering mempunyai reaksi pemadaman yang sangat cepat. Kabut bahan kimia kering ini cenderung melindungi orang yang memadamkan api dari panas.

Tepung kering adalah pemadam api yang paling efektif untuk memadamkan cairan yang terbakar pada area yang luas, khususnya pada tumpahan yang mengalir bebas. Semprotkan tepung ke bagian dasar api dan tutupi apinya dengan menggerakan nozel ke kanan dan ke kiri.



Gambar 18. APAR Tepung Kering

c. Rangkuman

1. Prinsip Pemadaman Kebakaran

   Kebakaran adalah suatu nyala api, baik kecil atau besar pada tempat yang tidak kita hendaki, merugikan dan pada umumnya sukar dikendalikan. Api terjadi karena persenyawaan dari:

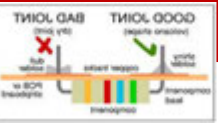
   - Sumber panas, seperti energi elektron (listrik statis atau dinamis), sinar matahari, reaksi kimia dan perubahan kimia.
   - Benda mudah terbakar, seperti bahan-bahan kimia, bahan bakar, kayu, plastik dan sebagainya.
   - Oksigen (tersedia di udara)

2. Macam-macam alat-alat Pemadam Kebakaran



Pemadam api portable biasanya ditempatkan pada tempat yang aman. Ada 4 jenis alat pemadam kebakaran dengan beberapa perbedaan pada masing-masing jenisnya. Pada bagian sisi alat pemadam biasanya dilengkapi dengan label instruksi. Label ini memberikan rincian bagaimana menggunakan pemadam api, juga dijelaskan untuk api jenis apa digunakan.

- **Pemadam kebakaran yang berisi air** pemadam kebakaran jenis berisi air hanya cocok untuk memadamkan api kelas A. Pemadam ini dicat merah. Rentang semprotannya berkisar 10m
- **Pemadam Kebakaran Karbon Dioksida (CO2)** diisi dengan karbon dioksida, cairan ini mempunyai tekanan yang sangat tinggi. Jenis ini paling sesuai untuk memadamkan api kelas B dan kelas C. Jenis ini dicat warna merah dengan garis/pita hitam. Ukuran kecil mempunyai kemampuan semprot sampai 1,2m dan yang berukuran besar mempunyai kemampuan sampai 3 m.
- **Pemadam Kebakaran Busa,** Variasi mekanisme dan bahan kimia yang digunakan pada pemadam kebakaran busa cocok digunakan untuk memadamkan api kelas B dan terbatas pada api kelas A. Tabung alat ini dicat dengan warna BIRU. Jarak semprotnya berkisar 6m.
- **Pemadam Kebakaran Tepung Kering, p**emadam ini diisi dengan bahan kimia berbentuk tepung kering yang diinjeksikan dengan tekanan gas, atau dengan tekanan udara. Jenis ini sesuai untuk memadamkan api kelas B dan C. Tabung pemadam ini dicat warna MERAH dengan lingkaran PUTIH. Alat ini mempunyai nozel berbentuk kipas. Rentang semprotan yang berukuran kecil sampai 3 m, dan yang berukuran besar sampai 6 meter.



d. Tugas

- Lakukan survey di bengkel anda tentang penggunaan alat pemadam kebakaran jinjing untuk mencegah kebakaran berdasarkan *standard operational prosedure*. Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut ?
- Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal penggunaan alat pemadam kebakaran jinjing untuk mencegah kebakaran berdasarkan *standard operational prosedure*!
- Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?

e. Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian terjadinya kebakaran !
2. Sebutkan 4 jenis alat pemadam kebakaran dengan beberapa perbedaan pada masing-masing jenisnya !

f. Lembar Jawab Tes Formatif

1. Kebakaran adalah suatu nyala api, baik kecil atau besar pada tempat yang tidak kita hendaki, merugikan dan pada umumnya sukar dikendalikan.
2. Ada 4 jenis alat pemadam kebakaran dengan beberapa perbedaan pada masing-masing jenisnya. Pada bagian sisi alat pemadam biasanya dilengkapi dengan label instruksi. Label ini memberikan rincian bagaimana menggunakan pemadam api, juga dijelaskan untuk api jenis apa digunakan.
   - **Pemadam kebakaran yang berisi air**
   - **Pemadam Kebakaran Karbon Dioksida (CO2)**
   - **Pemadam Kebakaran Busa,**
   - **Pemadam Kebakaran Tepung Kering**



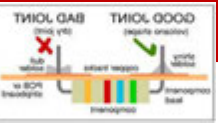
g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja
   a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
   b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
   c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
   d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
   e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas
   a) Buatlah laporan hasil survey bengkel tentang penggunaan alat pemadam kebakaran jinjing untuk mencegah kebakaran berdasarkan *standard operational prosedure* secara ringkas dan jelas!
   b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal penggunaan alat pemadam kebakaran jinjing untuk mencegah kebakaran berdasarkan *standard operational prosedure*.
   c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda



peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



12. Kegiatan Belajar 12.

Pelatihan metode pemadaman kebakaran yang diakibatkan oleh sumber api.

a. Tujuan Pembelajaran

- Peserta diklat / siswa dapat menjelaskan metode pemadaman kebakaran yang diakibatkan oleh sumber api.

b. Uraian Materi

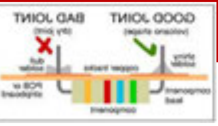
Metode pemadaman kebakaran yang diakibatkan oleh sumber api :

a) Hidupkan segera alarm



b) Beritahu regu pemadam kebakaran





c) Peringatkan setiap orang agar segera keluar.



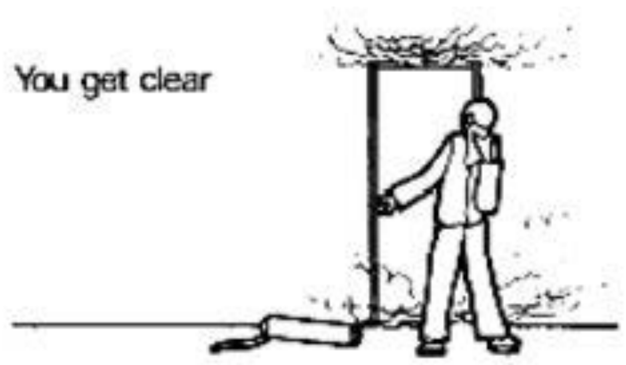
d) Padamkan api dengan peralatan yang tersedia.



e) Bila dipandang perlu segera keluar.



f) Jangan masuk kembali ke gedung yang sedang terbakar





Ke 6 langkah keselamatan tersebut penting karena hal-hal berikut:

- Beberapa menit pertama setelah api mulai menyala adalah penting segera ditanggulangi.
- Penting bagi regu pemadam kebakaran tiba saat api masih kecil sehingga mudah dikendalikan daripada datang setelah api menjadi besar sehingga sulit ditanggulangi.
- Seseorang mengawasi regu pemadam kebakaran dapat mengarahkan mereka langsung ke tmpat kebakaran tanpa harus menunda.
- Api yang masih kecil dapat dengan mudah ditanggulangi dengan peralatan yang tepat,
- Begitu api menjadi besar, penundaan dalam mengevakuasi bangunan dapat meregut nyawa seseorang.
- Asap dan gas di dalam bangunan sangat berbahaya, walaupun sumber api dan panasnya jauh.
- Bila kebakaran terjadi pada saluran gas yang bocor, dan anda tidak dapat mematikan saluran gas, jangan coba-coba mematikan nyala api. Bila perlu, atau memungkinkan, cobalah mendinginkan peralatan yang ada di sekitarnya.
- Selebihnya biar ditangani oleh ahlinya.

c. Rangkuman

Metode pemadaman kebakaran yang diakibatkan oleh sumber api:

a) Hidupkan segera alarm
b) Beritahu regu pemadam kebakaran
c) Peringatkan setiap orang agar segera keluar.
d) Padamkan api dengan peralatan yang tersedia.
e) Bila dipandang perlu segera keluar.
f) Jangan masuk kembali ke gedung yang sedang terbakar

d. Tugas

a) Lakukan demonstrasi metode pemadaman kebakaran yang diakibatkan oleh sumber api !

b) Buatlah rangkuman hasil demonstrasi anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan hasil demonstrasi tersebut dalam hal metode pemadaman kebakaran yang diakibatkan oleh sumber api !

c) Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?

e. Tes Formatif

1. Sebutkan langkah-langkah pemadaman kebakaran yang diakibatkan oleh sumber api !
2. Mengapa langkah keselamatan pada pemadaman kebakaran yang diakibatkan oleh sumber api di atas penting

f. Lembar Jawab Tes Formatif

1. Metode pemadaman kebakaran yang diakibatkan oleh sumber api:
   - Hidupkan segera alarm
   - Beritahu regu pemadam kebakaran
   - Peringatkan setiap orang agar segera keluar.
   - Padamkan api dengan peralatan yang tersedia.
   - Bila dipandang perlu segera keluar.
   - Jangan masuk kembali ke gedung yang sedang terbakar
2. Mengapa langkah keselamatan pada pemadaman kebakaran yang diakibatkan oleh sumber api di atas penting ?
   - Beberapa menit pertama setelah api mulai menyala adalah penting segera ditanggulangi.
   - Penting bagi regu pemadam kebakaran tiba saat api masih kecil sehingga mudah dikendalikan daripada datang setelah api menjadi besar sehingga sulit ditanggulangi.



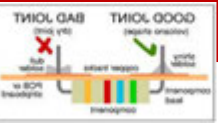
- Seseorang mengawasi regu pemadam kebakaran dapat mengarahkan mereka langsung ke tmpat kebakaran tanpa harus menunda.
- Api yang masih kecil dapat dengan mudah ditanggulangi dengan peralatan yang tepat,
- Begitu api menjadi besar, penundaan dalam mengevakuasi bangunan dapat meregut nyawa seseorang.
- Asap dan gas di dalam bangunan sangat berbahaya, walaupun sumber api dan panasnya jauh.
- Bila kebakaran terjadi pada saluran gas yang bocor, dan anda tidak dapat mematikan saluran gas, jangan coba-coba mematikan nyala api. Bila perlu, atau memungkinkan, cobalah mendinginkan peralatan yang ada di sekitarnya.
- Selebihnya biar ditangani oleh ahlinya.

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja
   a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
   b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
   c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.



d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.

e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas

a) Buatlah laporan hasil demonstrasi tentang metode pemadaman kebakaran yang diakibatkan oleh sumber api secara ringkas dan jelas!

b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan hasil demostrasi tersebut dalam hal metode pemadaman kebakaran yang diakibatkan oleh sumber api.

c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



13. Kegiatan Belajar 13.

Pembuatan panduan prosedur tindakan pencegahan kecelakaan akibat kebakaran

a. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat / siswa dapat menjelaskan

- Menjelaskan cara memadamkan api
- Menjelaskan cara menggunakan alat pemadam api

b. Uraian Materi

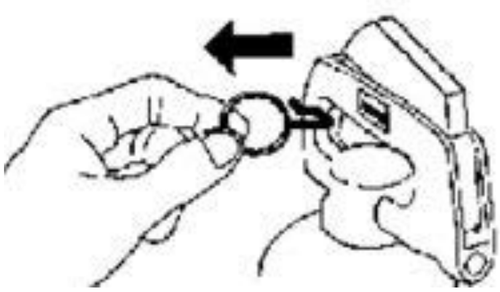
1. Cara Memadamkan Api

Bila terjadi kebakaran, tindakan yang tepat memberikan peluang dapat memadamkan api dengan cepat, mengurangi bahaya dan meminimalisasi kerusakan

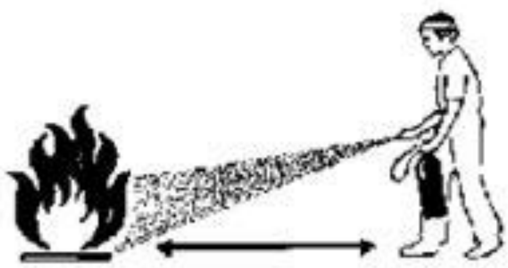
- **Isolasi,** Membatasi jumlah volume oksigen sampai dibawa 14% sebab diatas 14% kemungkinan masih bisa terjadi kebakaran (hanya bisa dilakukan diruangan tertutup)
- **Cara Penguraian,** System penguraian yaitu system pemadaman dengan memisahkan bahan atau benda yang terbakar dengan yang belum terbakar. Misalnya : terjadinya kebakaran pada gedung tekstil harus dibongkar, lalu dipindahkan ketempat yang lebih aman, tindakan tersebut bersama-sama pada saat menyemprotkan air kearah api.
- **Cara pendinginan,** System pemadaman dengan menurunkan suhu dimana dalam hal ini air merupakan bahan pemadam yang pokok. Misalnya : menyemprotkan air pada benda-benda yang terbakar.

2. Cara Menggunakan Alat Pemadam Api

- Lepaskan kunci pengaman



- Peganglah alat pemadam api dalam keadaan tegak tegak, lepasakan pipa dari klip.



- Pijitlah pengatup. Arahkan corong ke pangkal api dan lakukan pemadaman seperti gerakan menyapu



c. Rangkuman

1. Cara Memadamkan Api

Bila terjadi kebakaran, tindakan yang tepat memberikan peluang dapat memadamkan api dengan cepat, mengurangi bahaya dan meminimalisasi kerusakan:

- **Isolasi,** Membatasi jumlah volume oksigen sampai dibawa 14% sebab diatas 14% kemungkinan masih bisa terjadi kebakaran (hanya bisa dilakukan diruangan tertutup)
- **Cara Penguraian,** System penguraian yaitu system pemadaman dengan memisahkan bahan atau benda yang terbakar dengan yang belum terbakar. Misalnya : terjadinya kebakaran pada gedung tekstil harus dibongkar, lalu dipindahkan ketempat yang lebih aman,



tindakan tersebut bersama-sama pada saat menyemprotkan air kearah api.

- **Cara pendinginan,** System pemadaman dengan menurunkan suhu dimana dalam hal ini air merupakan bahan pemadam yang pokok. Misalnya : menyemprotkan air pada benda-benda yang terbakar.

2. Cara Menggunakan Alat Pemadam Api

- Lepaskan kunci pengaman
- Peganglah alat pemadam api dalam keadaan tegak tegak, lepaskan pipa dari klip.
- Pijitlah pengatup. Arahkan corong ke pangkal api dan lakukan pemadaman seperti gerakan menyapu.

d. Tugas

- Buatlah panduan prosedur tindakan pencegahan kecelakaan akibat kebakaran !
- Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal panduan prosedur tindakan pencegahan kecelakaan akibat kebakaran jika dibandingkan dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.!
- Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut?

e. Tes Formatif

1. Jelaskan cara memadamkan api ?
2. Jelaskan langkah/cara menggunakan alat pemadam api !

f. Lembar Jawab Tes Formatif

1. Bila terjadi kebakaran, tindakan yang tepat memberikan peluang dapat memadamkan api dengan cepat, mengurangi bahaya dan meminimalisasi kerusakan:

- **Isolasi,** Membatasi jumlah volume oksigen sampai dibawa 14% sebab diatas 14% kemungkinan masih bisa terjadi kebakaran (hanya bisa dilakukan diruangan tertutup)
- **Cara Penguraian,** System penguraian yaitu system pemadaman dengan memisahkan bahan atau benda yang terbakar dengan yang belum terbakar. Misalnya : terjadinya kebakaran pada gedung tekstil harus dibongkar, lalu dipindahkan ketempat yang lebih aman, tindakan tersebut bersama-sama pada saat menyemprotkan air kearah api.
- **Cara pendinginan,** System pemadaman dengan menurunkan suhu dimana dalam hal ini air merupakan bahan pemadam yang pokok. Misalnya : menyemprotkan air pada benda-benda yang terbakar.

2. Cara Menggunakan Alat Pemadam Api :
   - Lepaskan kunci pengaman
   - Peganglah alat pemadam api dalam keadaan tegak tegak, lepaskan pipa dari klip.
   - Pijitlah pengatup. Arahkan corong ke pangkal api dan lakukan pemadaman seperti gerakan menyapu.

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

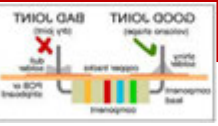


3. Langkah Kerja

a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas

a. Buatlah panduan prosedur tindakan pencegahan kecelakaan akibat kebakaran !
b. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal panduan prosedur tindakan pencegahan kecelakaan akibat kebakaran jika dibandingkan dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.!
c. Berilah saran dan tanggapan anda terhadap tugas yang telah anda buat tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



14. Kegiatan Belajar 14.

Pembuatan rambu-rambu arah jalan keluar dan penerangan darurat jika terjadi kebakaran.

a. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat / siswa dapat :

- Menjelaskan konstruksi bangunan yang ideal
- Membuat rambu-rambu arah jalan keluar jika terjadi kebakaran
- Membuat rambu-rambu arah Jalan Keluar / Penerangan Darurat jika terjadi kebakaran

b. Uraian Materi

1. Konstruksi bangunan

Semua pekerja harus dapat mengosongkan daerah kerja mereka dan keluar dari bangunan dengan cepat dan mudah apabila terjadi situasi darurat. Konstruksi bangunan dan susunan peralatan, utilitas, furniture, dst. di dalam ruang bangunan harus benar-benar sesuai dengan peraturan terkait dengan kebakaran dan memenuhi peraturan serta panduan kesehatan dan keselamatan. Jumlah dan ukuran tangga dan jalan keluar harus memadai untuk beban hunian berbagai bagian bangunan seperti:

- Jumlah dan lebar tangga yang digunakan untuk sarana keluar dalam situasi darurat harus cukup
- Sekurang-kurangnya 2 tangga diperlukan dari tiap lantai atas bangunan apabila lantai yang bersangkutan memiliki > 30 penghuni atau berdasarkan persyaratan hukum, dipilih yang lebih ketat.
- Gang dan koridor yang berfungsi sebagai sarana keluar dalam situasi darurat:
  - ✓ Lebar harus > 1,1 meter
  - ✓ Ruang vertikal untuk duduk, berdiri atau bergerak harus > 2 meter



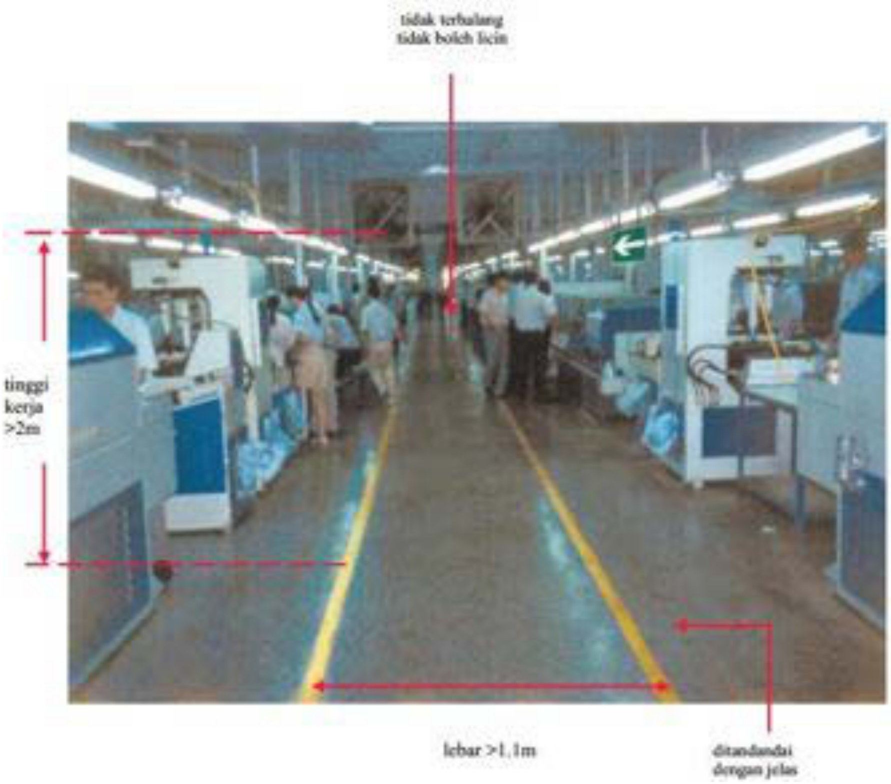
- ✓ Permukaan lantai tidak boleh licin
- ✓ Tidak boleh memiliki penghalang (misalnya: tidak digunakan untuk
- ✓ penyimpanan)
  - ✓ Harus ada jarak bersih yang cukup (> 0,4 meter) antara workstation dan jalan lintas yang tidak terhalang untuk pekerja
  - ✓ Koridor buntu panjangnya harus < 15 meter dan diberi tanda “No Exit” [Tidak Ada Jalan Keluar]
  - ✓ Sarana keluar tidak boleh melalui daerah sumber bahaya tinggi seperti ruang penyimpanan bahan kimia, ruang boiler, dst.

2. Jalan Keluar

Pintu keluar tidak boleh dikunci pada jam-jam biasa dimana pabrik sedang dihuni

- Pintu keluar harus terbuka ke arah luar.
- Setiap pintu yang tidak berfungsi sebagai jalan keluar atau sarana keluar harus diberi tanda ‘No Exit’ [Bukan Jalan Keluar].
- Permukaan untuk berjalan di jalan keluar harus memiliki tinggi yang sama di kedua sisi pintu atau lintas keluar.
- Harus ada jalan keluar dalam jumlah yang cukup dengan lebar yang sesuai

- Pekerja tidak boleh berada < 60 meter dari jalan keluar terdekat.



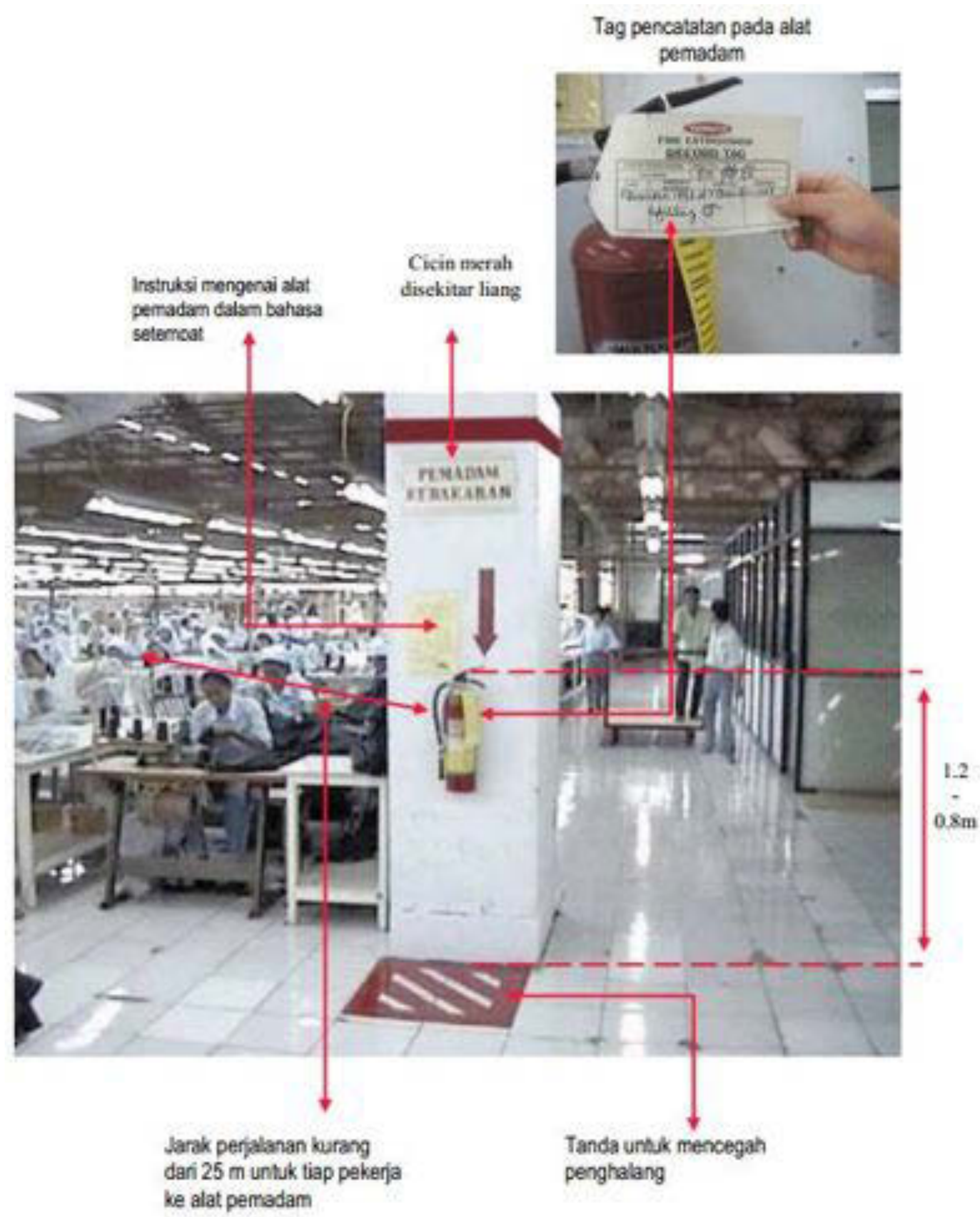
- Gambar 1. situasi jalan keluar di pabrik

3. Rambu Jalan Keluar / Penerangan Darurat





Gambar 2. Persyaratan penerangan



Gambar 3. Persyaratan Titik-Titik Alat Pemadam Kebakaran

c. Rangkuman

1. Konstruksi bangunan

   Semua pekerja harus dapat mengosongkan daerah kerja mereka dan keluar dari bangunan dengan cepat dan mudah apabila terjadi situasi darurat. Konstruksi bangunan dan susunan peralatan, utilitas, furniture, dst. di dalam ruang bangunan harus benar-benar sesuai dengan peraturan terkait dengan kebakaran dan memenuhi



peraturan serta panduan kesehatan dan keselamatan. Jumlah dan ukuran tangga dan jalan keluar harus memadai untuk beban hunian berbagai bagian bangunan

2. Jalan Keluar

   Pintu keluar tidak boleh dikunci pada jam-jam biasa dimana pabrik sedang dihuni

   - Pintu keluar harus terbuka ke arah luar.
   - Setiap pintu yang tidak berfungsi sebagai jalan keluar atau sarana keluar harus diberi tanda 'No Exit' [Bukan Jalan Keluar].
   - Permukaan untuk berjalan di jalan keluar harus memiliki tinggi yang sama di kedua sisi pintu atau lintas keluar.
   - Harus ada jalan keluar dalam jumlah yang cukup dengan lebar yang sesuai
   - Pekerja tidak boleh berada < 60 meter dari jalan keluar terdekat.

3. Rambu Jalan Keluar / Penerangan Darurat

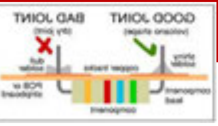
   - Penerangan darurat bertenaga batery diisi permanen (jumlah dan penetapan jaraknya harus cukup untuk menghasilkan sekurang kurangnya 1 lux.
   - Kotak penerangan EXIT (Jalan Keluar) di atas pintu keluar dalam bahasa inggris dan bahasa setempat

d. Tugas

a) Buatlah rambu-rambu arah jalan keluar dan penerangan darurat jika terjadi kebakaran !

b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal rambu-rambu arah jalan keluar dan penerangan darurat jika terjadi kebakaran jika dibandingkan dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.!

c) Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?



e. Tes Formatif

a. Jelaskan persyaratan konstruksi bangunan yang benar !

b. Jelaskan persyaratan jalan keluar pada industri/bengkel yang benar !

c. Jelaskan persyaratan Rambu Jalan Keluar / Penerangan Darurat pada industri/bengkel yang benar

f. Lembar Jawab Tes Formatif

a. Persyaratan konstruksi bangunan:

Semua pekerja harus dapat mengosongkan daerah kerja mereka dan keluar dari bangunan dengan cepat dan mudah apabila terjadi situasi darurat. Konstruksi bangunan dan susunan peralatan, utilitas, furniture, dst, di dalam ruang bangunan harus benar-benar sesuai dengan peraturan terkait dengan kebakaran dan memenuhi peraturan serta panduan kesehatan dan keselamatan. Jumlah dan ukuran tangga dan jalan keluar harus memadai untuk beban hunian berbagai bagian bangunan.

2. Persyaratan pintu keluar:

- Pintu keluar tidak boleh dikunci pada jam-jam biasa dimana pabrik sedang dihuni
- Pintu keluar harus terbuka ke arah luar.
- Setiap pintu yang tidak berfungsi sebagai jalan keluar atau sarana keluar harus diberi tanda ‘No Exit’ [Bukan Jalan Keluar].
- Permukaan untuk berjalan di jalan keluar harus memiliki tinggi yang sama di kedua sisi pintu atau lintas keluar.
- Harus ada jalan keluar dalam jumlah yang cukup dengan lebar yang sesuai
- Pekerja tidak boleh berada < 60 meter dari jalan keluar terdekat.



3. Persyaratan Rambu Jalan Keluar / Penerangan Darurat:

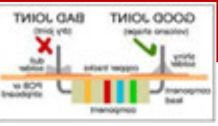
- Penerangan darurat bertenaga batery diisi permanen (jumlah dan penetapan jaraknya harus cukup untuk menghasilkan sekurang kurangnya 1 lux.
- Kotak penerangan EXIT (Jalan Keluar) di atas pintu keluar dalam bahasa inggris dan bahasa setempat

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja
   a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
   b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
   c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
   d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
   e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.



4. Tugas
   1. Buatlah rambu-rambu arah jalan keluar dan penerangan darurat jika terjadi kebakaran secara ringkas dan jelas!
   2. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal rambu-rambu arah jalan keluar dan penerangan darurat jika terjadi kebakaran jika dibandingkan dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.!
   3. Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



15. Kegiatan Belajar 15.

Penerapan sistem pengendalian macam-macam bahan kimia berbahaya dan beracun limbah B3 berdasarkan peraturan dan undang-undang.

a. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat / siswa dapat

- Menyebutkan peraturan yang berkaitan dengan pengelolaan limbah industri.
- Menyebutkan permasalahan yang timbul dalam pengelolaan limbah industri.
- Menyebutkan hal-hal yang berkaitan pengelolaan limbah industri .
- Menyebutkan perkembangan pengelolaan limbah industri.

b. Uraian Materi

Limbah industri telah menjadi bagian yang terpisahkan dari aktivitas pembangunan. Pada mulanya, limbah industri hanya dianggap sebagai produk sampingan dari proses penggunaan sumberdaya alam, yang kemudian dibuang kembali ke alam.

Namun karena daya dukung alam semakin berkurang, pembuangan limbah kemudian menjadi masalah. Tidak saja kualitas lingkungan yang menurun drastis tetapi juga dampak terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya menjadi semakin nyata. Sebagai contoh, ancaman limbah industri terhadap kesehatan manusia telah menyebabkan masyarakat enggan berdekatan dengan lokasi pengolahan limbah.

Kasus penolakan masyarakat di Cerme Kabupaten Gresik terhadap rencana pendirian instalasi pengolahan limbah B3, misalnya, telah menjadi suatu contoh yang baik betapa - di satu pihak - masyarakat menghendaki kualitas lingkungan yang sehat, namun di lain pihak tidak mau berkompromi apabila lokasi tempat tinggalnya berdekatan dengan

lahan pengolahan limbah. Hal ini dalam bidang pengelolaan limbah sering dikenal sebagai NIMBY (*Not In My Backyard*) Syndrome.

Dengan adanya kecenderungan sikap kontradiktif dari masyarakat ini, perlu direnungkan kembali bagaimanakah pola pengelolaan limbah industri yang tepat agar dapat menjadi solusi terbaik bagi semua pihak yang terlibat. Karena itu materi yang akan dibahas dalam buku ini berkaitan dengan penawaran konsep-konsep yang dapat digunakan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam mengatasi masalah limbah industri, khususnya di tanah air.

1. **Peraturan yang berkaitan dengan pengelolaan limbah industri**

Di Indonesia sendiri, peraturan yang berkaitan dengan pengelolaan limbah industri telah dituangkan dalam UU 23/1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup yang diundangkan sebagai pengganti UU No. 4/1992. Secara spesifik hal ini ditindaklanjuti dalam Peraturan Pemerintah, PP 19/1994 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun dan PP 12/1995 tentang Perubahan Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1994 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun dan diperbarui dengan dikeluarkannya PP 18/1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan.

Hal-hal yang diatur dalam PP 19/1994 yang kemudian disempurnakan dalam PP 12/1995 diantaranya adalah:

1. Kewajiban bagi setiap penghasil limbah B3 (atau badan usaha yang mendapat ijin Bapedal) untuk mengolah limbahnya.
2. Kewajiban bagi badan usaha pengelola limbah B3 yang melakukan pengumpulan, pengolahan, penimbunan, pemanfaatan dan usaha pengangkutan limbah B3
3. Ketentuan mengenai pengawas dan pelaksanaan pengawasan pengelolaan limbah B3.
4. Ketentuan teknis administratif dalam kegiatan pengelolaan limbah B3, termasuk sanksi-sanksi pelanggarannya.

Semua ketentuan yang berhubungan dengan para pelaku pengelolaan limbah B3, baik itu penghasil, pengumpul, pengangkut, maupun



pengolah/penimbun telah diperinci secara jelas, dan hal-hal teknisnya diterjemahkan dalam Keputusan Kepala Bapedal yang mencakup seluruh aspek yang berhubungan dengan pengelolaan limbah dari mulai sumber sampai pembuangan akhir (*from cradle to grave*).

2. **Permasalahan yang timbul dalam pengelolaan limbah industri:**

   Pertama, seperti telah disinggung diatas, adanya sikap masyarakat yang kontradiktif dalam menyikapi permasalahan pembuangan limbah B3. Dari kenyataan yang ada, sikap yang sama juga diperlihatkan masyarakat terhadap pembuangan limbah domestik yang relatif tidak berbahaya. Ditambahkan lagi, sampai saat ini tidak ada satupun database yang dipunyai untuk mengetahui aliran dan deposit limbah industri dalam suatu kawasan, apakah itu perkotaan ataupun permukiman. Dari aktivitas perdagangan dan industri yang dilakukan di kota, kota Surabaya misalnya, belum ada studi yang dilakukan untuk mengetahui berapa tonase kadar logam berat yang terdeposit di tanah per tahunnya, berapa banyak logam berat yang ikut terbawa aliran sungai ataupun berapa yang terdeposit sebagai sedimen dalam badan air lainnya. Bahkan untuk aspek yang sederhana sekalipun, seperti berapa prosentase beban limbah yang termasuk dalam kategori B3 dan non B3 yang dihasilkan oleh kota Surabaya, tidak ada yang tahu.

   Kedua, seharusnya adanya ketentuan teknis dalam pengelolaan limbah industri di atas akan menciptakan peluang bagi para pengusaha untuk menciptakan bidang usaha yang baru dan bagi praktisi/ilmuwan untuk menciptakan teknologi baru, namun mengapa hal ini tidak menjadi kenyataan?

   Ketiga, berhubungan dengan sikap pengusaha yang sampai saat ini berpendapat bahwa mengelola limbah hanya merupakan beban semata, *extra-costs* yang dapat menyebabkan hilangnya daya saing. Perusahaan yang akan menerapkan program pengelolaan limbah sering menghadapi banyak kendala yang umumnya berhubungan dengan sikap atau pandangan negatif para personel misalnya, bahwa tindakan ini hanya akan meninggikan biaya, hal ini bisa menurunkan kualitas

produk, dampaknya tidak akan dialami orang-perorang secara pribadi, dan sebagainya.

Sebagai contoh, beberapa keberatan yang disampaikan beberapa bagian perusahaan telah disampaikan oleh Nemerow (1995) dalam Tabel berikut:.

Tabel 1. Beberapa alasan yang disampaikan setiap bagian dalam suatu perusahaan terhadap program pengelolaan limbah

Bagian	Alasan Keberatan
Keuangan	Ketidakmampuan dalam menanggung biaya.
Pembelanjaan	Pengaruh perubahan bahan baku terhadap aliran produksi.
Marketing	Perubahan produk akan mempersulit pemasaran.
Pengendalian Mutu	Memerlukan panduan dan tambahan pekerjaan baru.
Teknik Umum	Ruang, pelayanan dan tenaga kerja mungkin tidak mencukupi.
Lingkungan	Unit pengolah limbah yang ada menjadi tidak mencukupi dan mungkin perubahan ini memerlukan peraturan yang baru.
Produksi	Perubahan akan menurunkan output walaupun hanya bersifat sementara.

Catatan: Hal ini sebenarnya tidak sepenuhnya benar, terutama untuk masa yang akan datang. Justru perusahaan yang memenuhi kebijakan lingkunganlah yang akan mempunyai daya saing.

Keempat, walaupun dalam UU maupun peraturan yang ada, semua aspek yang berhubungan dengan pengelolaan limbah industri/B3 telah dibahas secara rinci, namun dalam pelaksanaannya masih terasa kurang efektif. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh sikap pemerintah pusat yang *overprotective*. Artinya Menteri/Kepala Bapedal masih berperan besar dalam menentukan boleh tidaknya atau layak/tidaknya suatu perusahaan mengolah/membuang limbah B3 sendiri. Adanya ketentuan seperti ini menyebabkan pejabat pengawas di daerah menjadi kurang berperan dan sama sekali tidak efektif dalam mengawasi/mengendalikan masalah pencemaran limbah B3 yang terus berlangsung sejalan dengan adanya aktivitas industrinya. Apalagi, unit pengolahan limbah B3 yang diakui pemerintah setidaknya baru satu, yaitu WMI di Cileungsi, Bogor. Hal ini, selain menyulitkan para pengusaha penghasil limbah B3, juga akan meningkatkan biaya



pembuangan, terutama bagi mereka yang berada pada lokasi yang berjauhan. Kondisi seperti ini akan menciptakan peluang bagi pengusaha tersebut untuk secara sembunyi-sembunyi melakukan pembuangan secara illegal sebagian dari limbah B3 ke lingkungan terdekat, yang pada akhirnya mengakibatkan kerugian bagi masyarakat secara umum.

3. **Kajian teknis pengelolaan limbah industri**

Berdasarkan pada permasalahan yang ada, perlu dilakukan kembali kajian teknis terhadap pengelolaan limbah industri untuk mengetahui hal-hal apa saja yang dapat dilakukan untuk penyempurnaan pelaksanaan di Indonesia. Menurut Wentz (1995), pengelolaan limbah industri meliputi aspek-aspek yang berhubungan dengan:

a). Eliminasi atau reduksi limbah
b). Recycling/reuse limbah
c). Pengolahan/destruksi limbah
d). Pembuangan limbah.

Aspek pertama adalah eliminasi atau reduksi (atau dikenal juga sebagai *minimisasi*) limbah sebenarnya merupakan konsep yang relatif “baru”, karena dikembangkan setelah pengelolaan limbah industri mengalami penyempurnaan beberapa kali. Pada awal tahun 1970-an, pengelolaan limbah industri ditekankan pada aspek pengolahan sehingga teknologi unggulan untuk mengolah limbah industri berkembang pesat saat itu. Konsep ini menekankan pada penanganan limbah pada bagian hilir proses produksi sehingga dikenal sebagai *the end-pipe technology*.

Namun pada tahun 1980-an, sejalan dengan meningkatnya kesadaran masyarakat luas dan kalangan industri bahwa mengolah limbah – apapun jenis teknologi pengolahan yang digunakan – memerlukan biaya yang besar, maka dilakukan revolusi terhadap konsep pengelolaan limbah industri yang kemudian lebih menekankan pada prinsip minimisasi limbah (yang awalnya secara ambisius) dideklarasikan sebagai “*zero pollution growth*”.

Zero pollution menggunakan pendekatan yang mengupayakan pengurangan polutan dari limbah agar limbah yang dibuang tidak menimbulkan dampak pencemaran.

Metoda yang digunakan ada 3 :

- *Recovery, Recycle, Reuse* dan *Reduce* didalam perusahaan sendiri sehingga dapat meminimisasi limbah, biasanya mencapai (15 – 75) %
- Melakukan recovery yang kemudian dibawa atau dijual ke perusahaan lain diluar lokasi pabrik, misalnya pemanfaatan limbah lemak industri penyamakan kulit oleh perusahaan pembuatan sabun.
- Menciptakan zonasi industri penghasil dan pemakai limbah dalam satu kompleks. Hal ini paling layak dilakukan karena biasanya lebih ekonomis terutama dalam penghematan aspek transportasinya.

  Berbeda dengan konsep sebelumnya, prinsip eliminasi/reduksi limbah ini mengutamakan pengelolaan pada bagian hulu proses industri, sehingga penggunaan teknologi pengolahan hanya menjadi alternatif yang paling akhir. Lalu pada awal tahun 1990-an, para ahli menyadari bahwa tidak mungkin menghilangkan limbah sama sekali, sehingga kemudian diperkenalkan konsep minimisasi limbah melalui penggunaan azas 4R seperti yang sebagian dinyatakan di atas yaitu (*recycle* dan *reuse)* ditambah dengan istilah *recovery*, dan *reduce*.

Recycle adalah proses mendaur ulang air bekas proses atau bahan baku yang tidak ikut terolah ke dalam aktivitas proses produksi.

Contoh : Pemanfaatan kembali efluen pada pengolahan limbah dengan proses Trickling Filter sebagai pengencer, atau pemanfaatan kembali pulp serat pendek yang untuk proses pembuatan kertas dengan kualitas kelas dua, pada sebuah proses produksi pembuatan kertas berkualitas tinggi..

Reused adalah proses mendaur ulang bahan baku yang sudah dipakai untuk keperluan lain yang bermanfaat tanpa merubah keadaan fisik bahan tersebut.

Contoh : pemanfaatan kaleng bekas untuk keperluan pot tanaman, atau botol bekas untuk tempat bumbu dapur, dsb.



Recovery adalah proses daur ulang untuk memperoleh kembali unsur tertentu dari limbah suatu proses produksi. Biasanya unsur tersebut diperoleh dalam bentuk senyawa yang berlainan dengan sebelumnya.

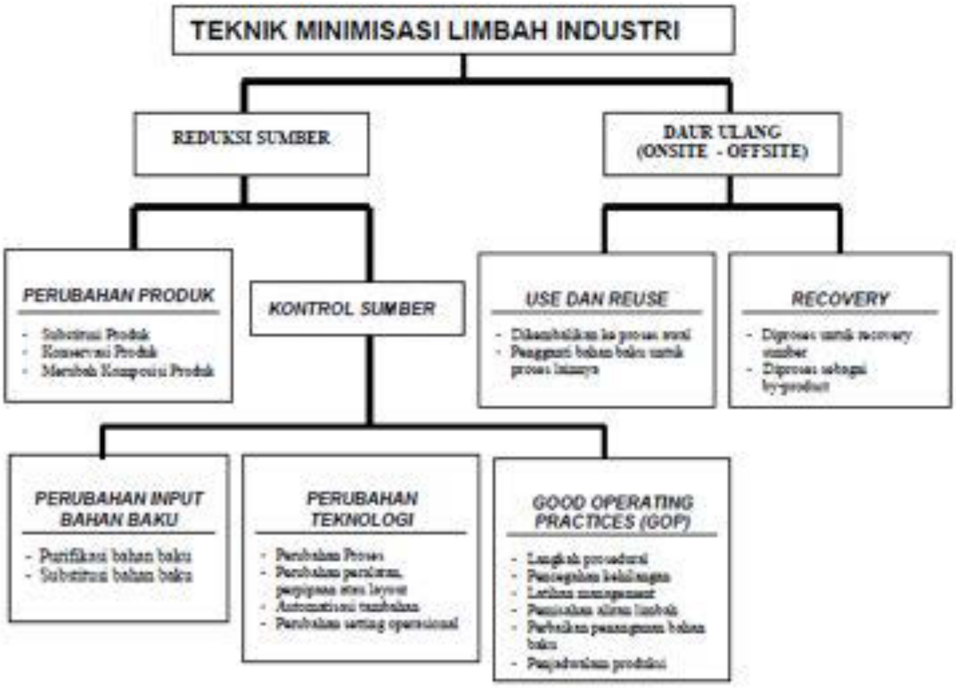
Contoh : Perolehan kembali unsur logam (Cr) dari limbah penyamakan kulit.

Reduce adalah proses pengurangan timbulan limbah sehingga menimbulkan dampak sesedikit mungkin pada lingkungan dengan cara mengganti atau mensubstitusi bahan baku oleh bahan yang ramah lingkungan, misalnya.

Aspek ketiga dalam pengelolaan limbah industri adalah pengolahan atau destruksi limbah. Seperti telah disinggung diatas, pengolahan merupakan konsep awal dari pengelolaan limbah, yang kemudian menjadi alternatif terakhir dalam penanganan limbah industri. Hal ini, selain karena pertimbangan ekonomis, juga secara filosofis proses pengolahan limbah lebih merupakan proses konversi pencemar dari bentuk satu ke bentuk lainnya daripada proses penghilangan (*removal*) yang sesungguhnya.

Sehingga pada akhirnya akan menimbulkan masalah baru. Sebagai contoh, pada proses pengolahan limbah secara biologis, pencemar organik dari air limbah akan terkonversi menjadi mikroorganisme yang terakumulasi sebagai lumpur yang kemudian harus diolah lanjutan agar tidak menimbulkan permasalah lingkungan.

Dalam perkembangannya, teknologi pengolahan limbah industri, maupun secara spesifik B3, telah berkembang sedemikian pesatnya sehingga hampir semua aspek pencemar yang ada secara teknis akan mampu diolah secara baik. Tentunya hal ini terlepas dari aspek finansial yang akan mengikuti seberapa tinggi tingkat efisiensi pengolahan yang akan dilakukan.



Gambar 1. Teknik minimisasi limbah industri

Aspek ke empat adalah penimbunan/pembuangan, seperti yang diperlihatkan pada Tabel berikut ini terdiri dari beberapa alternatif teknologi. Dari seluruh alternatif yang ada, sistem landfill adalah yang paling sering digunakan. Biasanya alternatif pemilihan lokasi didasarkan beberapa pertimbangan, dengan pola aliran seperti terlihat pada Gambar berikut. Selama ini masalah yang ada, khususnya dalam penetapan lokasi pembuangan limbah, kajian tentang potensi lahan baru dilakukan setelah lokasi pembuangan tersebut ditetapkan. Jadi pola pikirnya terbalik.

Disamping itu, walaupun teknologi pembuangan limbah ini secara teknis relatif mudah untuk dilakukan, namun pada kenyataannya sulit dilakukan akibat terbatasnya anggaran yang disediakan.



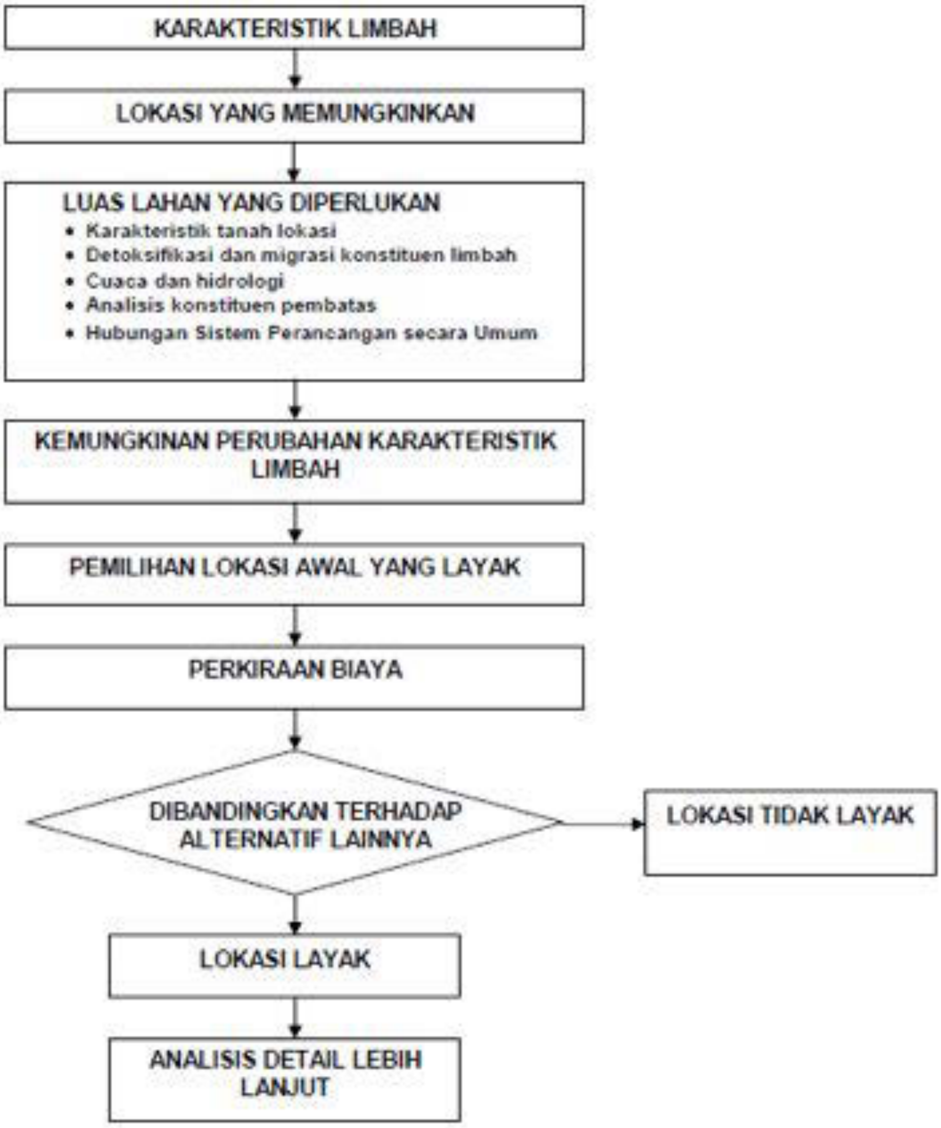
Tabel 2. Teknologi Pengolahan untuk Limbah Industri

Jenis Pengolahan	Jenis Teknologi
Pengolahan Awal	Penyaringan, Penghilang Pasir, Ekualisasi Aliran, Netralisasi
Pengolahan Primer	Pemisah minyak dan lemak secara gravitasi, Pengendap, Pengendapan dengan Bahan Kimia, Flotasi Gas, Flotasi dengan bahan Kimia, Filtrasi, Ultrafiltrasi.
Pengolahan Sekunder	Sistem Lumpur Aktif, Trickling Filter, Lagoons, Rotating Biological Contactors, Enzyme Treatment, Ekstraksi.
Pengolahan Tersier	Adsorpsi Karbon Aktif, Oksidasi Kimia, Air Stripping, Nitrifikasi, Denitrifikasi, Penukar Ion, Adsorpsi Polimer, Reverse Osmosis, Electrodialysis, Distillation, Disinfection, Dechlorinasi, Ozonasi, Reduksi Kimia, Calcination and Sintering, Catalysis, Microwave Discharge, Netralisasi, Ozonolyisis, Photolysis.
Pengolahan Lumpur	Thickening (gravitasi, flotasi dan centrifugasi), Pengolahan Anaerobik dan Aerobik, Conditioning (kimia dan panas), Vacuum Filtration, Dewatering (Filter Press, Belt Filter dan Centrifugal), Thermal drying, Drying Beds, Lagoons, By-product Recovery.
Pembuangan	Lagoons, Incineration, Combustion, Landfill, Composting, Surface Impoundment, Deep well Injection.

Dalam peraturan Bepedal, penimbunan limbah industri hanya diperbolehkan pada Landfill kategori III (Landfill teramankan) yang dilengkapi dengan sistem drainase untuk penampungan lindi, fasilitas pemantauan air tanah, dan membran kedap air. Aturan mengenai rancang bangun, jenis limbah industri dan kadar total bahan pencemar yang akan ditimbun, semuanya dinyatakan dalam Keputusan Kepala Bapedal No. 04/1995. Misalnya persyaratan limbah B3 yang ditimbun adalah adanya kelengkapan data yang berhubungan dengan:

- *Finger printing test*
- *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP)
- Solidifikasi/stabilisasi
- Tidak bersifat mudah meledak, mudah terbakar, reaktif, menyebabkan infeksi, mengandung zat organic > 10%, mengandung PCBs, mengandung dioxin, mengandung radioaktif, berbentuk cair/lumpur.

Termasuk juga kewajiban untuk melakukan penimbunan tanah penutup (*post closure*).



Gambar 2. Pola alir alternatif pemilihan lokasi didasarkan beberapa pertimbangan

4. **Perkembangan pengelolaan limbah industri**

Perkembangan pengelolaan limbah industri di Indonesia praktis baru dilakukan setelah menginjak tahun 90-an. Padahal di dunia, perkembangan tersebut telah terjadi jauh sebelumnya, yaitu sejak awal tahun 70-an.

Sebelum tahun 1980, penanganan masalah limbah industri, khususnya limbah B3, sesuai dengan perkembangannya diatasi dengan cara:

a). Pembuangan ke lahan dan penyimpanan (*land disposal and storage*)



b). Pengolahan (*treatment*)

c). Pengurangan timbulan limbah (*waste reduction*)

d). Daur ulang dan perolehan kembali (*recycling dan recovery*)

e). Pembakaran (*incineration*)

Sedangkan pada tahun 1980-an, perkembangan pengelolaan limbah oleh industri menjadi berubah dengan kecenderungan penanganan sebagai berikut:

a). Pengolahan air limbah

b). Compoundment

c). Storage

d). Injection well

e). Waste reduction

f). Landfill

g). Incineration

h). Solidification

Kebijakan pemerintah negara-negara maju, terutama di Amerika, menekankan pada pengelolaan dengan urutan prioritas sebagai berikut:

a). Pencegahan polusi

b). Daur ulang dan perolehan kembali (recycling dan recovery)

c). Pengolahan dan pembakaran

d). Pembuangan lahan

Selain itu biaya yang juga harus diperhitungkan dalam kaitan dengan konsep di atas adalah:

a). Penanganan sumber dan penyimpanan sebelum dilakukan pengolahan

b). Pengangkutan ke unit pengolahan

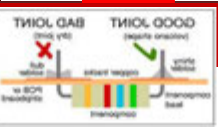
c). Pengoperasian unit pengolah

d). Penanganan dan penyimpanan residu hasil pengolahan

e). Pengangkutan residu ke tempat pembuangan akhir

f). Pembuangan akhir dan pentaatan terhadap peraturan/perundangan

Dari hati-hati. Adanya permasalahan yang dikemukakan di atas, dapat di atasi dengan langkah-langkah perlunya peningkatan tingkat kesadaran lingkungan masyarakat dan industri dalam menyikapi masalah pencemaran. Hal ini bisa dilakukan melalui jalur pendidikan formal



maupun yang informal. Bagaimanapun hal ini adalah masalah bersama yang memerlukan pemikiran bersama agar diperoleh hasil yang optimum bagi seluruh pihak yang terlibat. Diperlukan keterlibatan para ahli lingkungan dalam proses diseminasi (baik aspek teknis maupun aspek non-teknis, seperti peraturan/regulasi) ini agar tidak terjadi ketimpangan interpretasi, terutama juga bagi para pelaku yang langsung terlibat dalam pengelolaan limbah industri, baik masyarakat, pemerintah maupun pengusaha.

c. Rangkuman

1. **Peraturan yang berkaitan dengan pengelolaan limbah industri.**
   Peraturan yang berkaitan dengan pengelolaan limbah industri telah dituangkan dalam UU 23/1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup yang diundangkan sebagai pengganti UU No. 4/1992. Secara spesifik hal ini ditindaklanjuti dalam Peraturan Pemerintah, PP 19/1994 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun dan PP 12/1995 tentang Perubahan Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1994 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun dan diperbarui dengan dikeluarkannya PP 18/1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan.
2. **Permasalahan yang timbul dalam pengelolaan limbah industri.**
   - Adanya sikap masyarakat yang kontradiktif dalam menyikapi permasalahan pembuangan limbah B3.
   - Belum ada ketentuan teknis dalam pengelolaan limbah industri di atas akan menciptakan peluang bagi para pengusaha untuk menciptakan bidang usaha yang baru dan bagi praktisi/ilmuwan untuk menciptakan teknologi baru.
   - Sikap pengusaha yang sampai saat ini berpendapat bahwa mengelola limbah hanya merupakan beban semata, *extra-costs* yang dapat menyebabkan hilangnya daya saing.
   - Walaupun dalam UU maupun peraturan yang ada, semua aspek yang berhubungan dengan pengelolaan limbah



industri/B3 telah dibahas secara rinci, namun dalam pelaksanaannya masih terasa kurang efektif.

3. Kajian teknis pengelolaan limbah industri

Pengelolaan limbah industri meliputi aspek-aspek yang berhubungan dengan:

a). Eliminasi atau reduksi limbah

b). Recycling/reuse limbah

c). Pengolahan/destruksi limbah

d). Pembuangan limbah.

4. Perkembangan pengelolaan limbah industri

Kebijakan pemerintah negara-negara maju, menekankan pada pengelolaan dengan urutan prioritas sebagai berikut:

a). Pencegahan polusi

b). Daur ulang dan perolehan kembali (recycling dan recovery)

c). Pengolahan dan pembakaran

d). Pembuangan lahan

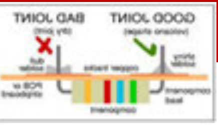
e). Perlunya peningkatan tingkat kesadaran lingkungan masyarakat dan industri dalam menyikapi masalah pencemaran

d. Tugas

a) Lakukan survey di bengkel anda tentang penerapan sistem pengendalian macam-macam bahan kimia berbahaya dan beracun limbah B3 berdasarkan peraturan dan undang-undang. Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut ?

b) Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal penerapan sistem pengendalian macam-macam bahan kimia berbahaya dan beracun limbah B3 berdasarkan peraturan dan undang-undang!

c) Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?



e.Tes Formatif

1. Sebutkan peraturan yang berkaitan dengan pengelolaan limbah industri!
2. Sebutkan permasalahan yang timbul dalam pengelolaan limbah industri
3. Sebutkan hal-hal yang berkaitan pengelolaan limbah industri!
4. Sebutkan perkembangan pengelolaan limbah industri!

f.Lembar Jawab Tes Formatif

1. Peraturan yang berkaitan dengan pengelolaan limbah industri telah dituangkan :
   - UU 23/1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup yang diundangkan sebagai pengganti UU No. 4/1992.
   - Peraturan Pemerintah, PP 19/1994 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun
   - PP 12/1995 tentang Perubahan Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1994 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun dan diperbarui dengan dikeluarkannya PP 18/1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan.

2. Permasalahan yang timbul dalam pengelolaan limbah industri:
   - Adanya sikap masyarakat yang kontradiktif dalam menyikapi permasalahan pembuangan limbah B3.
   - Belum ada ketentuan teknis dalam pengelolaan limbah industri di atas akan menciptakan peluang bagi para pengusaha untuk menciptakan bidang usaha yang baru dan bagi praktisi/ilmuwan untuk menciptakan teknologi baru.
   - Sikap pengusaha yang sampai saat ini berpendapat bahwa mengelola limbah hanya merupakan beban semata,



extra-costs yang dapat menyebabkan hilangnya daya saing.

- Walaupun dalam UU maupun peraturan yang ada, semua aspek yang berhubungan dengan pengelolaan limbah industri/B3 telah dibahas secara rinci, namun dalam pelaksanaannya masih terasa kurang efektif.

3. Pengelolaan limbah industri meliputi aspek-aspek yang berhubungan dengan:
   a). Eliminasi atau reduksi limbah
   b). Recycling/reuse limbah
   c). Pengolahan/destruksi limbah
   d). Pembuangan limbah.
4. Kebijakan pemerintah negara-negara maju, menekankan pada pengelolaan dengan urutan prioritas sebagai berikut:
   a). Pencegahan polusi
   b). Daur ulang dan perolehan kembali (recycling dan recovery)
   c). Pengolahan dan pembakaran
   d). Pembuangan lahan
   e). Perlunya peningkatan tingkat kesadaran lingkungan masyarakat dan industri dalam menyikapi masalah pencemaran

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   - Peralatan tulis.
   - Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja
    - Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
    - Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
    - Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
    - Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
    - Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas
    1. Buatlah laporan hasil survey bengkel tentang penerapan sistem pengendalian macam-macam bahan kimia berbahaya dan beracun limbah B3 berdasarkan peraturan dan undang-undang secara ringkas dan jelas!
    2. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal penerapan sistem pengendalian macam-macam bahan kimia berbahaya dan beracun limbah B3 berdasarkan peraturan dan undang-undang.
    3. Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



16. Kegiatan Belajar 16.

Pembuatan tabel menurut lembar data keamanan material kimia (*Material Safety Data Sheet*- MSDS).

a. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat / siswa dapat :

- Menjelaskan *Material Safety Data Sheet (MSDS)*
- Menjelaskan Lembar Data Keselamatan Bahan atau Material Safety Data Sheet (MSDS)
- Menjelaskan Lembar Data Keselamatan bahan kimia

b. Uraian Materi

1. *Material Safety Data Sheet (MSDS)*

MSDS merupakan dokumen yang dibuat khusus tentang suatu bahan kimia mengenai pengenalan umum, sifat-sifat bahan, cara penanganan, penyimpanan, pemindahan dan pengelolaan limbah buangan bahan kimia tersebut.

Berdasarkan isi dari MSDS maka dokumen tersebut sebenarnya harus diketahui dan digunakan oleh para pelaksana yang terlibat dengan bahan kimia tersebut yakni produsen, pengangkut, penyimpan, pengguna dan pembuangan bahan kimia. Pengetahuan ini akan dapat mendukung budaya terciptanya kesehatan dan keselamatan kerja. Ketersediaan MSDS laboratorium di lembaga riset saat ini belum memasyarakat padahal ketersediaan MSDS cukup penting dan digunakan juga sebagai salah satu kriteria laboratorium standart. MSDS di perguruan tinggi di Indonesia umumnya hanya tersedia di perpustakaan. Saat ini masih banyak peneliti, teknisi laboratorium yang belum begitu mengenal MSDS, meskipun mereka rutin berkecimpung dengan aktivitas yang melibatkan kontak dengan bahan kimia.

Berdasarkan permasalahan di atas maka diperlukan penyebarluasan informasi tentang MSDS khususnya mengenai

sifat-sifat senyawa Iodin, HI dan H2SO4, SO2 untuk mendukung keselamatan kerja pada riset reaksi bunsen sebagai bagian produksi hidrogen melalui proses I-S. Salah satu hal yang penting untuk diperhatikan dalam MSDS adalah mengenai simbol tanda bahaya. Pada MSDS simbol dikelompokkan menjadi 4 yaitu bahaya dari segi kesehatan, kemudahan terbakar, reaktivitas bahan dan bahaya khusus dan digunakan simbol belah ketupat yang terdiri empat bagian. Arti simbol tersebut adalah :

- Bagian sebelah kiri berwarna biru menunjukkan skala bahaya kesehatan
- Bagian sebelah atas berwarna merah menunjukkan skala bahaya kemudahan terbakar
- Bagian sebelah kanan berwarna kuning menunjukkan skala bahaya reaktivitas
- Bagian sebelah bawah berwarna putih menunjukkan skala bahaya khusus lainnya



Gambar 1. Simbol belah ketupat untuk MSDS

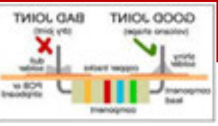
Masing-masing bagian akan terisi dengan angka skore tertentu dengan nilai 0, 1, 2, 3, atau 4 tergantung dari tingkat bahaya bahan kimia. Skore 0 mengindikasikan bahan kimia tidak berbahaya, sedangkan skore 1 menunjukkan bahaya pada level rendah dan skore 4 menunjukkan bahan tersebut termasuk sangat berbahaya. Detail arti tingkat bahaya tersebut diuraikan pada tebel berikut.

MSDS tentang sifat dan karakter dari bahan yang digunakan untuk produksi hidrogen ini dibuat untuk digunakan sebagai acuan agar setiap pelaksanaan kegiatan dapat berjalan dengan lancer dan aman serta mempertimbangkan aspek keselamatan pada personel

dan lingkungan. Salah satu permasalahan pada proses reaksi bunsen yang perlu diteliti adalah pengetahuan,pemahaman serta pengimplementasian tentang sifat bahan yang digunakan sebagaimana yang termuat dalam MSDS. Hipotesa untuk mengatasi permasalahan adalah dengan memahami dan mengimplementasikan sifat bahan, keselamatan dan kesehatan kerja di laboratorium dapat terjamin.

Tabel. Kategori Tanda Bahaya Pada MSDS

Skor	Arti
Bahaya terhadap kesehatan	
4	Bahan kimia yang dengan sangat sedikit paparan (exposure) dapat menyebabkan kematian atau sakit parah
3	Bahan kimia yang dengan sedikit paparan dapat menyebabkan sakit serius atau sakit parah.
2	Bahan kimia yang dengan paparan cukup intens atau berkelanjutan dapat menyebabkan kemungkinan sakit parah atau penyakit menahun.
1	Bahan kimia yang dengan terjadinya paparan dapat menyebabkan iritasi atau sakit.
0	Bahan kimia yang akibat paparan termasuk dalam kondisi terbakar tidak mengakibatkan sakit atau bahaya kesehatan.
Bahaya kemudahan terbakar	
4	Bahan kimia yang akan teruapkan dengan cepat atau sempurna pada tekanan atmosfer dan temperatur kamar atau bahan kimia yang segera terdispersi di udara dan bahan kimia tersebut akan terbakar dengan cepat.
3	Bahan kimia berupa cairan atau padatan yang dapat menyala pada semua temperatur kamar.
2	Bahan kimia yang harus dipanaskan atau



	dikondisikan pada temperatur tinggi tertentu sehingga dapat menyala.
1	Bahan kimia yang harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum nyala dapat terjadi.
0	Bahan kimia yang tidak dapat terbakar.
Bahaya reaktivitas	
4	Bahan kimia yang secara sendirian memiliki kemungkinan meledak atau terdekomposisi dan menimbulkan ledakan atau bereaksi pada tekanan dan temperatur normal.
3	Bahan kimia yang secara sendirian memiliki kemungkinan meledak atau terdekomposisi dan menimbulkan ledakan atau bereaksi tetapi membutuhkan bahan inisiator atau harus dipanaskan pada kondisi tertentu sebelum inisiasi atau bahan yang bereaksi dengan air dan menimbulkan ledakan.
2	Bahan kimia yang segera menunjukkan perubahan kimia drastis akibat kenaikan temperatur atau tekanan atau reaksi secara cepat dengan air dan mungkin membentuk campuran bahan peledak dengan air.
1	Bahan kimia yang secara sendirian stabil tetapi dapat menjadi tidak stabil akibat kenaikan temperatur atau tekanan.
0	Bahan kimia yang secara sendirian stabil kecuali pada kondisi nyala api dan bahan tidak reaktif dengan air

2. **Lembar Data Keselamatan Bahan atau Material Safety Data Sheet (MSDS)**

   Lembar Data Keselamatan Bahan atau Material Safety Data Sheet (MSDS) merupakan kumpulan data keselamatan dan petunjuk dalam penggunaan bahan bahan kimia berbahaya. Pembuatan



MSDS dimaksudkan sebagai informasi acuan bagi para pekerja dan supervisor yang menangani langsung dan mengelola bahan kimia berbahaya dalam industri maupun laboratorium kimia. Informasi tersebut diharapkan berguna untuk menumbuhkan naluri atau sikap untuk mencegah, menghindari dan mampu menanggulangi kecelakaan kimia yang mungkin terjadi, serta sikap kehati hatian dalam menangani bahan kimia berbahaya.

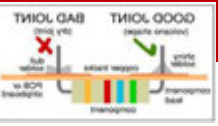
Lembar Data Keselamatan Bahan memuat informasi tentang sifat fisik bahan dan juga sifat kimianya. Sifat fisik bahan misalnya: titik leleh, titik didih, titik nyala. Sifat kimia bahan meliputi kereaktifan dan toksisitas. Selain itu MSDS juga memuat mengenai efek bahan terhadap kesehatan, cara penyimpanan, cara pembuangan, cara perawatan alat, serta prosedur pertolongan pertama jika terjadi kecelakaan atau kebocoran pada penggunaan bahan-bahan kimia. Panjang dari MSDS bervariasi, tergantung pada format, isi dan ukuran hurufnya.

Orang-orang yang membutuhkan MSDS antara lain:

c. Pekerja yang mempunyai resiko tinggi terhadap paparan atau penggunaan bahan- bahan kimia berbahaya

- Pekerja yang membutuhkan informasi tentang penyimpanan bahan-bahan kimia
- Para petugas keamanan yang berhubungan dengan bahan-bahan kimia, misalnya:
- petugas pemadam kebakaran, tim material berbahaya pada industri, dan paramedis yang menangani kecelakaan.

MSDS tidak terlalu penting bagi para konsumen produk-produk kimia, yang hanya menggunakan bahan-bahan kimia pada waktu tertentu saja. Seseorang yang menggunakan produk cat sekali dalam setahun tidak perlu tahu tentang MSDS, tetapi para pekerja pada pabrik cat yang terpapar dengan bahan-bahan pembuat cat selama kurang lebih 40 jam per minggu sangat penting mengetahui tentang MSDS, begitu juga dengan para laboran yang setiap hari berhubungan dengan bahan-bahan kimia.



Bagaimana cara kita mendapatkan MSDS? MSDS didapatkan melalui berbagai cara, antara lain:

a) MSDS biasanya kita dapatkan ketika membeli suatu bahan kimia berbahaya (petunjuk dari pabrik)
b) Beberapa universitas dan perusahaan menyediakan informasi tentang MSDS dalam situsnya, termasuk LIPI.
c) MSDS didapatkan dari distributor bahan-bahan kimia atau customer service perusahaan yang bergerak pada bidang usaha bahan-bahan kimia
d) MSDS didapatkan dari internet, ada berbagai situs yang menyediakan informasi tentang MSDS termasuk software-nya

Buku daftar bahan-bahan kimia dari Merck atau industri kimia lainnya bukan merupakan MSDS. Buku-buku tersebut hanya memuat informasi praktis mengenai toksisitas dan sifat fisik bahan. Berdasarkan sumber-sumber MSDS di atas, cara termudah untuk mendapatkannya saat ini adalah melalui internet. Pada internet ada ratusan situs tentang MSDS dan beberapa di antaranya dapat kita akses secara gratis.

Dimulai pada tahun 2013, OSHA akan mengharuskan Material Data Lembar Keselamatan sesuai dengan Sistem Harmonisasi Global Informasi Kimia dan Pelabelan (juga dikenal sebagai "GHS"). Banyak vendor kimia laboratorium telah membuat transisi ini untuk sistem ini, yang meningkatkan konsistensi dan dimengerti dari informasi pada MSDS. Perhatikan juga bahwa di bawah GHS, istilah resmi untuk MSDS menjadi "Safety Data Sheet". Jika Anda ingin informasi lebih lanjut tentang topik ini, silahkan hubungi kami melalui link askEHS.

Data Keselamatan Lembar adalah sumber utama informasi bahaya kimia tentang bahan kimia tertentu, dan merupakan elemen penting dari Program Keselamatan Laboratorium Cornell dan Program Komunikasi Hazard untuk mematuhi OSHA Laboratorium Standar dan Standar Komunikasi Bahaya OSHA.

Pengawas, termasuk Kepala Penyidik dan Manajer Laboratorium, bertanggung jawab untuk memastikan karyawan mereka memiliki



akses ke data keselamatan bahan untuk semua bahan kimia berbahaya yang digunakan di tempat kerja atau laboratorium. Lembar Data Keselamatan Bahan. Informasi ini harus dapat diakses bagi karyawan selama semua shift, termasuk personil laboratorium. Akses ke MSDS 'dapat berarti akses yang akan dicapai melalui salinan kertas atau melalui akses internet melalui sumber-sumber di bawah ini. Untuk memenuhi persyaratan peraturan ini, kami merekomendasikan bahwa seorang karyawan dapat memperoleh SDS dalam waktu 5 menit. Dalam kasus kecelakaan yang melibatkan bahan kimia, memiliki SDS untuk personil darurat dan dokter yang hadir akan membantu memastikan pengobatan yang tepat dapat diberikan secepat mungkin.

3. Lembar Data Keselamatan bahan kimia

Berikut ini ditunjukkan contoh penanganan asam sulfat dalam reaksi Bunsen ini tidak boleh mengabaikan MSDS, kaidah-kaidah seperti yang tertera dalam MSDS harus tetap diperhatikan.

Tabel 1. Lembar Data Keselamatan H2SO4

Identifikasi Bahan: Nama Prod : Sulfuric Acid (H2SO4) Penggunaan Bahan : Reagen untuk analisa	**Sifat Fisik dan Kimia** Bentuk : Cairan Warna : Tak berwarna Bau : tak berbau Titik didih: 330 °C Titik lebur: 10 °C Batas ledakan : - Densitas: 1,84 Kelarutan dalam air: Larut dalam air dengan segala perbandingan Tekanan Uap : 1 mmHg (146 °C)
Identifikasi Bahaya Kesehatan: Efek Jangka Pendek (akut): Menghirup uap asap menyebabkan iritasi pada hidung dan tenggorokan serta mengganngu paru-paru. Cairan asam dapat menyebabkan luka yang parah dan menyebabkan kebutaan jika terkena mata. Efek jangka panjang (kronis): Menghirup uap asap menyebabkan iritasi pada hidung dan tenggorokan serta mengganngu paru-paru. Nilai ambang batas: 1 mg/m3 Toksisitas : LD50 = 2,14 g/kg (tikus) LC50 = 510 mg/m3 (tikus) IDHL = 80 mg/m3	**Tindakan Pencegahan Kebakaran** Dasarnya **tidak mudah menyala**. Perkembangan gas atau uap menyala yang berbahaya mungkin terjadi dalam keadaan kebakaran. Yang mungkin berkembang saat kebakaran: adanya gas Sulfur Oxides. Tetapi dapat menyala jika bereaksi dengan senyawa organik, seperti gula, selulosa.akan reaktif dengan bubuk zat organik.
Reaktifitas Mengalami peruraian bila kena panas,mengeluarkan gas SO_2. Asam encer bereaksi dengan logam menghasilkan gas hidrogen yang eksplosif jika kena api atau panas dan bereaksi hebat jika kena air.	**Tindakan terhadap tumpahan dan bocoran** Jangan menyentuh tumpahan atau bocoran karena dapat merusak kulit, pakaian dan dapat merusak lantai. Netralkan dengan larutan soda atau kapur sebelum disiram dengan air. Hati-hati terhadap tempat rendah karena uap lebih berat daripada udara. Gunakan alat pelindung diri dalam menangani tumpahan.
Penanganan Hindari kontak langsung dengan asam, hirup uap atau kabut. Bekerja pada lemari asam atau dengan ventilasi yang baik. Pengenceran dilakukan dengan menambahkan asam sedikit demi sedikit kedalam air dan bukan sebaliknya karena bersifat eksotermis. Simpan asam pada wadah yang kuat ditempat berventilasi dan dingin, jauhkan dari air, zat organic mudah terbakar dan logam.	**Penyimpanan** Tidak dapat disimpan dalam jangka waktu yang tidak terbatas. Simpan dalam kondisi tertutup rapat pada +15 °C hingga +25 °C.
Kontrol Paparan Pakaian pelindung dipilih secara spesifik untuk tempat bekerja, tergantung konsentrasi dan jumlah bahan berbahaya. Paru-paru : Filter penyerap asam atau respirator udara Mata : Safety glogglеs dan pelindung muka Kulit : *Gloves* (CPE, *Neoprene*, PE) Pakaian kerja	**Pertolongan Pertama** Terhirup : Bawa korban ke tempat segar dan lakukan pengobatan Terkena mata: Cuci dengan air bersih yang mengalir selama kurang lebih 20 menit dan bawa segera ke dokter Terkena kulit : Cuci air bersih yang mengalir selama kurang lebih 20 menit dan segera bawa ke dokter Tertelan : Minum air 1-2 gelas. Cepat segera bawa ke dokter
Informasi Ekologi Asam dalam air limbah dapat mengganggu kehidupan tanmaman dan hewan baik didarat maupun didalam air sehingga ekosistem pada lingkungan akan terganggu. Penetralan menggunakan soda atau air kapur harus dilakukan untuk menjaga agar pH stabil pada angka 7 sebelum dibuang ke lingkungan. Residu netralisasi dapat dicampur dengan tanah atau pasir.	**Pemadaman Kebakaran** Pemadaman dapat dilakukan dengan serbuk kimia atau CO2 Kebakaran besar dapat dilakukan dengan air tetapi harus hati-hati karena dapat menimbulkan panas (pemadaman dari jarak jauh). Dapat mengakibatkan luka bakar yang parah.

Penyimpanan bahan sebaiknya dilakukan di wadah yang kuat dilemari asam serta berventilasi yang baik pada temperatur < 25 ^{o}C serta jauhkan dari logam dan zat organic , dengan logam akan bersifat reaktif dan korosif, dengan zat organic bersifat mudah terbakar. Asam encer jika bereaksi dengan logam akan menghasilkan hidrogen yang bersifat eksplosif jika terkena api. Limbah asam sulfat sebaiknya di buang di tempat yang telah



ditentukan, jangan membuang di aliran air karena akan mengganggu ekosistem.

Pada reaksi bunsen dalam proses produksi hidrogen termokimia I-S, SO2 digunakan pada temperatur + 120 ^{o}C dan tekanan 1-2 atm. SO2 merupakan gas berwarna kekuning-kuningan, bau sulfur sangat tajam, merupakan gas yang sangat beracun bahkan mematikan tetapi SO2 tidak bersifat explosif dan tidak mudah menyala. Gas ini bersifat reaktif pada tekanan dan temperatur tinggi.

Oleh karena itu tabung gas SO2 harus ditempatkan pada tempat dengan temperatur < 71 ^{o}C dengan ventilasi yang baik. Tabel 3 menunjukkan lembar data keselamatan untuk SO2.

Tabel 2 Lembar Data Keselamatan SO2

Identifikasi Bahan: Nama Prod : Sulfur Dioxide (SO_2) Penggunaan Bahan : Digunakan sebagai bleaching, Reagen, pendingin serta pelarut dan proses dalam industri makanan	**Sifat Fisik dan Kimia** Bentuk : Gas berwarna atau aerosol Warna : berwarna Bau : berbau belerang menyengat BM : 64,06 Titik didih : - 10 °C pada 760 mmhg °C Titik lebur : -75,9 °C Batas ledakan : - Densitas : 2,926 g/L 0 °C dan 760 mmHg Tingkat Penguapan : 40,18 g/m^2/s pada 21 °C , 16 km/jam Kelarutan dalam air: 11,9 % (15 °C), serta larut dalam alcohol, kloroform, ether, asam asetat. Tekanan Uap : 1 mmHg (146 °C
Identifikasi Bahaya Gas ini tergolong BERBAHAYA. Sangat beracun. Akan berakibat fatal jika terhirup. Tidak menyebabkan terbakar Kesehatan: Efek Jangka Pendek (akut): Menghirup uap asap menyebabkan iritasi pada hidung dan tenggorokan serta mengganngu paru-paru. Cairan asam dapat menyebabkan luka yang parah dan menyebabkan kebutaan jika terkena mata. Efek jangka panjang (kronis): Menghirup uap asap menyebabkan iritasi pada hidung dan tenggorokan serta mengganngu paru-paru.	**Tindakan Pencegahan Kebakaran** Dasarnya **Tidak mudah menyala** dan tidak mudah meledak. Tabung harus disimpan dalam ruangan dengan ventilasi yang baik (< 71 °C). **Prosedur jika terjadi kebakaran:** Pindahkan tabung SO2 menjauh dari api (jika memungkinkan) dan segera siram dengan air kecuali terjadi kebocoran gas.
Reaktifitas Produk akan stabil dalam kondisi normal. Hindari kondisi lingkungan pada temperatur dan tekanan tinggi. Gas SO_2 sangat reaktif terhadap alkali kuat, bromine pentaflouride, chlorine triflouride, serbuk-serbuk logam, sodium hidrat, cesium azide, silver azide dan dietil zink membentuk trioksida belerang dan asam belerang, yang akan dengan cepat berubah menjadi asam sulfat	**Tindakan terhadap tumpahan dan bocoran** Jangan menyentuh tumpahan atau bocoran karena dapat merusak kulit, pakaian dan dapat merusak lantai. Netralkan dengan larutan soda atau kapur sebelum disiram dengan air. Hati-hati terhadap tempat rendah karena uap lebih berat daripada udara. Gunakan alat pelindung diri dalam menangani tumpahan
Penanganan dan Penyimpanan Hindari kontak langsung dengan asam, hirup uap atau kabut.	**Informasi Toxikologi** Data Karsinogenik: SO2 tidak digolongkan dalam kelompok

Bekerja pada lemari asam atau dengan ventilasi yang baik. Pengenceran dilakukan dengan menambahkan asam sedikit demi sedikit kedalam air dan bukan sebaliknya karena bersifat eksotermis. Simpan asam pada wadah yang kuat ditempat berventilasi dan dingin, jauhkan dari air, zat organic mudah terbakar dan logam.	karsinogen. Data mutagen : SO2 tidak menyebebkan perubahan mutagen/perubahan kromosom pada manusia.
Kontrol Paparan Kontrol ruangan dalam keadaan ventilasi yang baik. Gunakan pakaian pelindung dipilih secara spesifik untuk tempat bekerja. tergantung konsentrasi dan jumlah bahan berbahaya. Paru-paru : Filter penyerap asam atau respirator udara Mata : Safety gloggles dan pelindung muka Kulit : Gunakan pakaian terlindung, Gloves (PVC, Neoprene) 	**Pertolongan Pertama** Terhirup : Bawa korban ke tempat segar dan lakukan pertolongan bantuan pernafasan (jika diperlukan). Segera bawa ke dokter. Terkena mata: Cuci dengan air bersih yang mengalir selama kurang lebih 20 menit dan bawa segera ke dokter Terkena kulit : Cuci air bersih yang mengalir selama kurang lebih 20 menit dan segera bawa ke dokter Tertelan : Minum air 1-2 gelas. Cepat segera bawa ke dokter
Informasi Ekologi Asam dalam air limbah dapat mengganggu kehidupan tamanaman dan hewan baik didarat maupun didalam air sehingga ekosistem pada lingkungan akan terganggu. Ambang batas yang diizinkan untuk ikan: 3000 µg/L, alga : 500 µg/L	**Pemadaman Kebakaran** Pemadaman dapat dilakukan dengan serbuk kimia atau CO2 Kebakaran besar dapat dilakukan dengan air tetapi harus hati-hati karena dapat menimbulkan panas (pemadaman dari jarak jauh). Dapat mengakibatkan luka bakar yang parah.

c. Rangkuman

1. ***Material Safety Data Sheet (MSDS)***

   MSDS merupakan dokumen yang dibuat khusus tentang suatu bahan kimia mengenai pengenalan umum, sifat-sifat bahan, cara penanganan, penyimpanan, pemindahan dan pengelolaan limbah buangan bahan kimia tersebut.

   Berdasarkan isi dari MSDS maka dokumen tersebut sebenarnya harus diketahui dan digunakan oleh para pelaksana yang terlibat dengan bahan kimia tersebut yakni produsen, pengangkut, penyimpan, pengguna dan pembuangan bahan kimia. Pengetahuan ini akan dapat mendukung budaya terciptanya kesehatan dan keselamatan kerja. Ketersediaan MSDS laboratorium di lembaga riset saat ini belum memasyarakat padahal ketersediaan MSDS cukup penting dan digunakan juga sebagai salah satu kriteria laboratorium standart.

2. **Lembar Data Keselamatan Bahan atau Material Safety Data Sheet (MSDS)**

   Lembar Data Keselamatan Bahan atau Material Safety Data Sheet (MSDS) merupakan kumpulan data keselamatan dan petunjuk dalam penggunaan bahan bahan kimia berbahaya. Pembuatan MSDS dimaksudkan sebagai informasi acuan bagi para pekerja dan supervisor yang menangani langsung dan mengelola bahan kimia



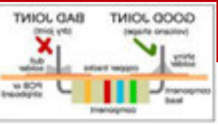
berbahaya dalam industri maupun laboratorium kimia. Informasi tersebut diharapkan berguna untuk menumbuhkan naluri atau sikap untuk mencegah, menghindari dan mampu menanggulangi kecelakaan kimia yang mungkin terjadi, serta sikap kehati hatian dalam menangani bahan kimia berbahaya.

3. Lembar Data Keselamatan bahan kimia

Penyimpanan bahan sebaiknya dilakukan di wadah yang kuat dilemari asam serta berventilasi yang baik pada temperatur < 25 ^{o}C serta jauhkan dari logam dan zat organic , dengan logam akan bersifat reaktif dan korosif, dengan zat organic bersifat mudah terbakar. Asam encer jika bereaksi dengan logam akan menghasilkan hidrogen yang bersifat eksplosif jika terkena api. Limbah asam sulfat sebaiknya di buang di tempat yang telah ditentukan, jangan membuang di aliran air karena akan mengganggu ekosistem.

d. Tugas

1. Buatlah tabel menurut lembar data keamanan material kimia (*Material Safety Data Sheet*- MSDS) !
2. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal tabel menurut lembar data keamanan material kimia (*Material Safety Data Sheet*- MSDS) jika dibandingkan dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.!
3. Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?



e. Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian *Material Safety Data Sheet (MSDS) !*
2. Mengapa *Material Safety Data Sheet (MSDS)* diperlukan ?
3. Didalam Lembar Data Keselamatan bahan kimia, selalu dicantumkan cara penyimpanan dan suhu tempat penyimpanan. Mengapa demikian ?

f. Lembar Jawab Tes Formatif

1. ***Material Safety Data Sheet (MSDS)*** merupakan dokumen yang dibuat khusus tentang suatu bahan kimia mengenai pengenalan umum, sifat-sifat bahan, cara penanganan, penyimpanan, pemindahan dan pengelolaan limbah buangan bahan kimia tersebut.
2. Pembuatan MSDS dimaksudkan sebagai informasi acuan bagi para pekerja dan supervisor yang menangani langsung dan mengelola bahan kimia berbahaya dalam industri maupun laboratorium kimia. Informasi tersebut diharapkan berguna untuk menumbuhkan naluri atau sikap untuk mencegah, menghindari dan mampu menanggulangi kecelakaan kimia yang mungkin terjadi, serta sikap kehati hatian dalam menangani bahan kimia berbahaya.
3. Penyimpanan bahan sebaiknya dilakukan di wadah yang kuat dilemari asam serta berventilasi yang baik pada temperatur < 25 ^{o}C serta jauhkan dari logam dan zat organic , dengan logam akan bersifat reaktif dan korosif, dengan zat organic bersifat mudah terbakar.

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).



2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   4. Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja
   1. Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
   2. Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
   3. Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
   4. Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
   5. Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas
   a) Buatlah tabel menurut lembar data keamanan material kimia (*Material Safety Data Sheet*- MSDS) yang ada di bengkel/laboratorium anda (bisa berkoordinasi dengan laboratorium kimia di sekolah anda)!
   b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal tabel menurut lembar data keamanan material kimia (*Material Safety Data Sheet*- MSDS) yang ada di bengkel/laboratorium anda jika dibandingkan dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.!
   c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.

17. Kegiatan Belajar 17.

Penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3.

a. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat / siswa dapat :

- Menyimpan dengan benar bahan berbahaya dan beracun B3 yang mudah meledak
- Menyimpan dengan benar bahan berbahaya dan beracun B3 yang mengoksidasi
- Menyimpan dengan benar bahan berbahaya dan beracun B3 yang mudah terbakar
- Menyimpan dengan benar bahan berbahaya dan beracun B3 berupa bahan kimia beracun
- Menyimpan dengan benar bahan berbahaya dan beracun B3 berupa bahan kimia korosif

b. Uraian Materi

Bahan kimia berbahaya harus disimpan dengan cara yang tepat, untuk mencegah kemungkinan terjadi bahaya. Perlu juga dijamin agar bahan kimia berbahaya tidak bereaksi dengan bahan lain yang disimpan ditempat yang sama. Bahan kimia yang bersifat eksplosif tidak boleh di simpan bersamaan dengan bahan kimia lainnya.

Untuk pengamanan suatu bahan kimia dengan bahaya lebih dari satu macam, segenap jenis bahayanya harus diperhatikan dan di amankan. Fasilitas yang diperlukan dan prosedur penyimpanan harus menjamin keselamatan dari seluruh kemungkinan bahaya.

Dibawah ini disajikan keselamatan yang bertalian dengan penyimpanan bahan berbahaya sebagai berikut:

1. Bahan mudah meledak

a) Tempat penyimpanan bahan kimia mudah meledak, udara dalam ruangan harus baik dan bebas dari kelembaban.

b) Tempat penyimpanan harus terletak jauh dari bangunan lainnya, dan jauh dari keramaian untuk menghindarkkan pengaruh korban apabila terjadi ledakan. Ruangan harus terbuat dari bahan yang kokoh dan tetap dikunci sekalipun tidak digunakan. Lantai harus terbuat dari bahan yang tidak menimbulkan loncatan API.

c) Penerangan tempat ini harus terbuat dari penerangan alami atau listrik anti ledakan.

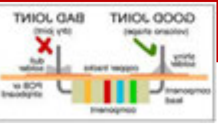
2. Bahan yang mengoksidasi

Bahan ini kaya akan oksigen, membantu dan memperkuat proses pembakaran. Beberapa dari ini membebaskan oksigen pada suhu penyimpanan, sedangkan yang lain masih perlu pemanasan. Jika wadah dari bahan ini rusak, isinya mungkin bercampur dengan bahan yang mudah terbakar dan merupakan sumber terjadinya nyala API. Resiko ini dapat dicegah dengan membuat tempat penyimpanan secara terpisah dan diisolasi.

Penyimpanan bahan kimia yang mengoksidasi kuat dekat cairan yang mudah terbakar, sangat berbahaya. Untuk keamanannya, harus menjauhkan semua bahan yang dapat menyala dari bahan-bahan yang mengoksidasi. Tempat penyimpanan harus sejuk dan dilengkapi dengan pertukaran udara yang baik serta bangunan tahan api.

3. Bahan kimia yang mudah terbakar

Suatu gas dikatakan mudah terbakar jika gas itu menyala dalam udara atau oksigen, hydrogen, propane, butane, etilene, hydrogen sulfide, gas arang batu dan etana merupakan gas yang mudah terbakar. Beberapa gas seperti asam sianida (HCN) dan Sianogen dapat terbakar dan beracun. Bahan kimia cair yang mudah menyala dikelompokkan atas titik nyalanya.



Bahan kimia yang mudah menyala harus disimpan ditempat yang cukup sejuk, dengan tujuan mencegah nyala jika uapnya tercampur udara. Daerah penyimpanan harus terletak jauh dari sumber panas dan terhindar dari bahaya kebakaran. Dalam penyimpananya, bahan kimia ini harus dipisahkan dari bahan oksidator kuat atau dari bahan yang dapat terbakar sendiri (selfcombustible). Instalasi listrik tempat penyimpanan harus dihubungkan ketanah dan diperiksa secara berkala.

4. Bahan kimia beracun

Kemasan bahan kimia beracun tidak mungkin dibuat sempurna, sehingga terjadi kebocoran-kebocoran, dan uap bahan kimia beracun yang masuk kedalam udara perlu pertukaran udara yang baik. Tempat penyimpanan bahan kimia ini harus sejuk dengan pertukaran udara yang baik, tidak kena sinar matahari langsung, jauh dari sumber panas dan harus dipisahkan dengan bahan kimia lainnya.

5. Bahan kimia korosif

Bahan kimia yang bersifat korosif antara lain asam Florida, asam klorida, asam nitrat, asam semut dan asam perklorat. Bahan kimia ini dapat merusak kemasannya dan bocor keluar atau menguap keudara. Bahan yang menguap ke udara dapat bereaksi dengan bahan organic atau bahan kimia lainnya, yang bereaksi keras dengan uap air dan menimbulkan kabut asam yang menggangu kesehatan tenaga kerja. Dalam penangananya bahan kimia tersebut harus didinginkan diatas titik bekunya.

Tempat penyimpanan bahan kimia yang bersifat korosif harus terpisah dari bangunan lainnya, terbuat dari dinding dan lantai yang tahan korosi dan tidak tembus serta dilengkapi fasilitas penyalur tumpahan.



c. **Rangkuman**

1. **Penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3 yang mudah meledak**

   Tempat penyimpanan bahan kimia mudah meledak, udara dalam ruangan harus baik dan bebas dari kelembaban, terletak jauh dari bangunan lainnya, dan jauh dari keramaian untuk menghindarkkan pengaruh korban apabila terjadi ledakan. Ruangan harus terbuat dari bahan yang kokoh dan tetap dikunci sekalipun tidak digunakan. Lantai harus terbuat dari bahan yang tidak menimbulkan loncatan API.

   Penerangan tempat ini harus terbuat dari penerangan alami atau listrik anti ledakan.

2. **Penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3 yang mengoksidasi**

   Penyimpanan bahan kimia yang mengoksidasi kuat dekat cairan yang mudah terbakar, sangat berbahaya. Untuk keamanannya, harus menjauhkan semua bahan yang dapat menyala dari bahan-bahan yang mengoksidasi. Tempat penyimpanan harus sejuk dan dilengkapi dengan pertukaran udara yang baik serta bangunan tahan api.

3. **Penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3 yang mudah terbakar**

   Bahan kimia yang mudah menyala harus disimpan ditempat yang cukup sejuk, dengan tujuan mencegah nyala jika uapnya tercampur udara. Daerah penyimpanan harus terletak jauh dari sumber panas dan terhindar dari bahaya kebakaran. Dalam penyimpananya, bahan kimia ini harus dipisahkan dari bahan oksidator kuat atau dari bahan yang dapat terbakar sendiri (selfcombustible). Instalasi listrik tempat penyimpanan harus dihubungkan ketanah dan diperiksa secara berkala.

4. **Penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3 berupa bahan kimia beracun**

   Tempat penyimpanan bahan kimia ini harus sejuk dengan pertukaran udara yang baik, tidak kena sinar matahari

langsung, jauh dari sumber panas dan harus dipisahkan dengan bahan kimia lainnya.

5. **Penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3 berupa bahan kimia korosif**

   Tempat penyimpanan bahan kimia yang bersifat korosif harus terpisah dari bangunan lainnya, terbuat dari dinding dan lantai yang tahan korosi dan tidak tembus serta dilengkapi fasilitas penyalur tumpahan.

d. Tugas

a) Lakukan survey di bengkel anda tentang penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3. Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut ?

b) Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3!

c) Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?

e. Tes Formatif

1. Jelaskan tempat penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3 yang mudah meledak yang benar !
2. Jelaskan tempat penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3 yang mengoksidasi yang benar!
3. Jelaskan tempat penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3 yang mudah terbakar yang benar !
4. Jelaskan tempat penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3 berupa bahan kimia beracun yang benar !
5. Jelaskan tempat penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3 berupa bahan kimia korosif yang benar !



f. Lembar Jawab Tes Formatif

1. Tempat penyimpanan bahan kimia mudah meledak, udara dalam ruangan harus baik dan bebas dari kelembaban, terletak jauh dari bangunan lainnya, dan jauh dari keramaian untuk menghindarkkan pengaruh korban apabila terjadi ledakan. Ruangan harus terbuat dari bahan yang kokoh dan tetap dikunci sekalipun tidak digunakan. Lantai harus terbuat dari bahan yang tidak menimbulkan loncatan API.

   Penerangan tempat ini harus terbuat dari penerangan alami atau listrik anti ledakan.
2. Penyimpanan bahan kimia yang mengoksidasi kuat dekat cairan yang mudah terbakar, sangat berbahaya. Untuk keamanannya, harus menjauhkan semua bahan yang dapat menyala dari bahan-bahan yang mengoksidasi. Tempat penyimpanan harus sejuk dan dilengkapi dengan pertukaran udara yang baik serta bangunan tahan api.
3. Bahan kimia yang mudah menyala harus disimpan ditempat yang cukup sejuk, dengan tujuan mencegah nyala jika uapnya tercampur udara. Daerah penyimpanan harus terletak jauh dari sumber panas dan terhindar dari bahaya kebakaran. Dalam penyimpananya, bahan kimia ini harus dipisahkan dari bahan oksidator kuat atau dari bahan yang dapat terbakar sendiri (selfcombustible). Instalasi listrik tempat penyimpanan harus dihubungkan ketanah dan diperiksa secara berkala.
4. Tempat penyimpanan bahan kimia ini harus sejuk dengan pertukaran udara yang baik, tidak kena sinar matahari langsung, jauh dari sumber panas dan harus dipisahkan dengan bahan kimia lainnya.
5. Tempat penyimpanan bahan kimia yang bersifat korosif harus terpisah dari bangunan lainnya, terbuat dari dinding dan lantai yang tahan korosi dan tidak tembus serta dilengkapi fasilitas penyalur tumpahan.

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

18.Langkah Kerja
   a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
   b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
   c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
   d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
   e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas
   a) Buatlah laporan hasil survey bengkel tentang penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3 secara ringkas dan jelas!
   b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal penyimpanan bahan berbahaya dan beracun B3 di Bengkel/laboratorium anda (bisa koordinasi dengan laboratorium kimia sekolah).
   c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



18. Kegiatan Belajar 18.

Identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3.

a. Tujuan Pembelajaran

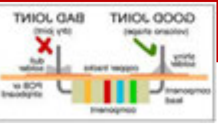
Peserta diklat / siswa dapat

- Menjelaskan d**okumen Limbah B3** sebagai sarana/alat pengawasan dalam konsep *cradle-to-grave*
- Mengidentifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi US-DOT**
- **L** Mengidentifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi NFPA**
- Mengidentifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi Kep Bapedal 05/09/1995**
- Mengidentifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 Versi Permen LH No. 03 Tahun 2008

b. Uraian Materi

Untuk memberikan gambaran tentang aspek penyimpanan sampai pengangkutan bahan berbahaya, maka aturan-aturan yang diberlakukan di USA, khususnya dalam mengatur transportasi bahan berbahaya yang diatur dalam *Hazardous Materials Transportation Act*, dapat digunakan. Menurut *US Department of Transportation* (USDOT), bahan berbahaya adalah setiap bahan yang dapat menimbulkan resiko terhadap kesehatan, keselamatan dan harta benda bila diangkut.

Pada prinsipnya tidak ada perbedaan yang berarti dalam menyimpan dan mengangkut B3 atau limbah B3. Namun terlihat bahwa pengaturan limbah B3 terkesan lebih ketat dibandingkan pengaturan B3, karena pengaturan B3 sudah dilaksanakan sejak lama, dan menjadi standar baku secara universal, khususnya dalam menangani bahan kimia dan bahan bakar. Penyimpanan, pengumpulan dan pengangkutan merupakan komponen-komponen teknik operasional pengelolaan



limbah B3 seperti diatur dalam PP 19/1994 dan PP12/1995, yang kemudian diganti menjadi PP 18/99 dan PP 85/1999. Pengaturan teknis tentan g aspek ini sejak tahun 1995 diatur dalam:

- Kep.Kepala Bapedal No.01/Bapedal/09/1995: tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Penyimpanan dan Pengumpulan Limbah B3
- Kep.Kepala Bapedal No.02/Bapedal/09/1995: tentang Dokumen Limbah B3
- Kep.Kepala Bapedal No.05/Bapedal/09/1995: tentang Simbol dan Label Limbah B3

1. Dokumen Limbah B3

Bahan-bahan berbahaya tersebut bila akan diangkut ke tempat lain, harus dilengkapi dengan dokumen resmi, yang merupakan legalitas kegiatan pengelolaan sehingga dokumen ini akan merupakan sarana/alat pengawasan dalam konsep *cradle-to-grave*. Dokumen ini dikenal pula sebagai *shipping papers* , dengan format yang telah dibakukan dengan Keputusan Kepala Bapedal **No.02/Bapedal/09/1995**, yang antara lain terdiri dari:

a) Bagian yang harus diisi oleh **penghasil atau pengumpul limbah B3**, antara lain berisi:

   - Nama dan alamat penghasil atau pengumpul limbah B3 yang menyerahkan limbah B3 Nomor identifikasi (*identification number*) UN/NA
   - Kelompok kemasan (*packing group*),
   - Kuantitas (berat, volume dan sebagainya)
   - Kelas ‘bahaya’ dari bahan itu (*hazard class*),
   - Tanggal penyerahan limbah
   - Tanda tangan pejabat penghasil atau pengumpul, dilengkapi tanggal, untuk menyatakan bahwa limbahnya telah sesuai dengan keterangan yang ditulis serta telah dikemas sesuai peraturan yang berlaku.



- Bila pengisi dokumen adalah pengumpul yang berbeda dengan penghasil, maka dokumen tersebut dilengkapi dengan salinan penyerahan limbah tersebut dari penghasil limbah.

b) Bagian yang harus diisi oleh **pengangkut limbah B3**, antara lain berisi :

- Nama dan alamat pengangkut limbah B3
- Tanggal pengangkutan limbah
- Tanda tangan pejabat pengangkut limbah

c) Bagian yang harus diisi oleh **pengolah, pengumpul atau pemanfaat limbah B3**, antara lain berisi:

- Nama dan alamat pengolah atau pengumpul atau pemanfaat limbah B3
- Tanda tangan pejabat pengolah, pengumpul atau pemanfaaat, dilengkapi tanggal, untuk menyatakan bahwa limbah yang diterima sesuai dengan keterangan dari penghasil dan akan diproses sesuai peraturan yang berlaku
- Jenis limbah dan jumlahnya
- Alasan penolakan
- Tanda tangan pejabat pengolah atau pemanfaat dan tanggal pengembalian

d) Apabila limbah yang diterima ternyata tidak sesuai dan tidak memenuhi syarat, maka limbah tersebut dikembalikan lagi kepada penghasil, disertai keterangan:

Surat-surat dokumentasi pengangkutan tersebut ditempatkan di kendaraan angkut sedemikian rupa sehingga cepat didapat dan tidak tercampur dengan surat-surat lain. Penghasil limbah B3 akan menerima kembali dokumen limbah B3 tersebut dari pengumpul atau pengolah selambat- la m batnya 120 hari sejak limbah tersebut diangkut untuk dibawa ke pengumpul atau pengolah atau pemanfaat.

Nomor identifikasi mempunyai kode UN (*United Nation*) atau NA (*North America*) diikuti oleh 4 digit angka, yang secara cepat akan dapat memberikan informasi bila terjadi kecelakaan. Diharapkan Tim yang bertanggungjawab dalam menangani kecelakaan, secara cepat dapat

mengidentifikasi sifat bahan berbahaya itu serta cara penanggulangannya.

2. Label Versi US-DOT

Guna keamanan dan memudahkan pengenalan secara cepat bahan berbahaya tersebut, maka *United States – Department of Transportation* (US-DOT) digunakan tanda-tanda dalam bentuk simbul dan label. Simbol berbentuk bujur sangkar diputar 45 derajat sehingga membentuk belah ketupat. Pada keempat sisi belah ketupat tersebut dibuat garis sejajar yang menyambung sehingga membentuk bidang belah ketupat dalam ukuran 95 persen dari ukuran belah ketupat bahan. Warna garis yang membentuk belah ketupat dalam sama dengan warna simbol. pada bagian bawah simbol terdapat blok segilima dengan bagian atas mendatar dari sudut terlancip terhimpit dengan garis sudut bawah belah ketupat bagian dalam. Simbol yang dipasang pada kemasan minimal berukuran 10 cm x 10 cm, sedangkan simbol pada kendaraan pengangkut tempat penyimpanan minimal 25 cm x 25 cm. Sedang label merupakan penandaan pelengkap yang berfungsi memberikan informasi dasar mengenai kondisi kualitatif dan kuantitatif dari suatu bahan yang dikemas.

Simbol atau label tersebut pada dasarnya dibagi berdasarkan kelas 'bahaya' dari limbah yang akan diangkut. Terdapat 9 **klasifikasi bahan berbahaya** menurut versi USDOT yaitu:

a) **Kelas-1:**

bahan yang mudah meledak (explosive), terbagi lagi menjadi 5 divisi dengan nomor 1.1 sampai 1.5 sesuai dengan jenis akibat yang dapat ditimbulkan oleh eksplosif tersebut. Definisi eksplosif menurut USDOT adalah setiap senyawa kimia, campuran atau peralatan, yang penggunaannya adalah dengan memfungsikan ledakannya.

b) **Kelas-2:**

gas, terbagi menjadi 3 divisi dengan nomor 2.1 sampai 2.3 sesuai dengan sifat- sifatnya , yaitu:



- Divisi 2.1: flammable gas (gas mudah terbakar) yaitu bahan berupa gas yang pada temperatur -20 °C dan tekanan 1 atmosfir akan terbakar bila bercampur dengan udara sekitar 13 % volume atau kurang
- Divisi 2.2: nonflammable compressed gas yaitu setiap bahan atau campuran yang dikemas pada tabung gas dengan tekanan dan tidak termasuk ke dalam divisi 2.1 dan 2.
- Divisi 2.3: poisonous gas (gas beracun) yaitu bahan berupa gas yang pada temperatur – 20 °C dengan tekanan 1 atmosfir akan merupakan bahan toksik pada manusia, atau dianggap toksik pada manusia dengan adanya pengujian pada binatang di laboratorium dengan harga LC50< 5000 ppm.

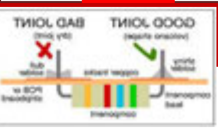
c) **Kelas-3:**

cairan mudah terbakar (flammable). Kriteria cairan yang mudah terbakar adalah setiap cairan dengan titik nyala (flash point) tidak lebih dari 60,5°C.

d) **Kelas-4:**

padatan mudah terbakar atau berbahaya bila lembab, terbagi menjadi 3 divisi dengan nomor 4.1 sampai 4.3 sesuai dengan sifat-sifatnya, yaitu:

- Divisi 4.1: flammable solid yaitu bahan padat, bukan peledak, yang bila pada kondisi normal terjadi kecelakaan akan menyebabkan terbentuknya api akibat gesekan dan sebagainya, atau bila dibakar akan menyala segera dan cepat.
- Divisi 4.2: spontaneously combustible materials yaitu bahan yang bila pada kondisi normal terjadi kecelakaan secara spontan akan menjadi panas akibat berkontak dengan udara misalnya bahan yang termasuk pyrophoric.
- Divisi 4.3: dangerous when wet materials yaitu bahan yang secara spontan menyala atau memberikan gas bila berkontak dengan air.





Gambar 1. Contoh label kelas 4 mudah terbakar

e) **Kelas-5:**

pengoksidasi dan peroksida organik, terbagi menjadi 2 divisi. Oksidator adalah bahan kimia seperti khlorat, permanganat, peroksida organik, nitrat dan sebagainya yang dapat mengoksidasi materi organik, sedang peroksida organik adalah senya wa yang mengandung struktur – O -O-.



Gambar 2. Contoh label kelas 5

f) **Kelas-6:**

bahan racun dan menular, terbagi menjadi 2 divisi. Kelompok berikutnya adalah bahan beracun (di luar gas) yang diketahui toksik

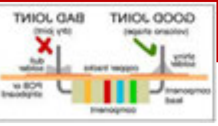
pada manusia, dan bahan menular baik berupa mikroorganisme atau toxin yang dapat mendatangkan penyakit pada manusia.



Gambar 3. Contoh label beracun dan menular

g) **Kelas-7:**

bahan radioaktif. Bahan radioaktif (termasuk kelas-7) menurut versi USDOT adalah setiap materi atau kombinasi materi yang secara spontan mengionisasi radiasi dengan aktivitas spesifik lebih besar dari 0,002 microcurie per-gram. Plakat yang digunakan berlabelkan Radioactive white-I, Radioactive yellow -II danRadioactive yellow-III. Radioactive white-I dengan bahaya minimum, dengan plakat warna putih dan simbol hitam. Radioactive Yellow-III adalah dengan bahaya maksimum. Plakat Radioactive yellow-II dan Radioactive yellow-IIIberwarna kuning di atas, dan putih di bawah dengan simbol hitam, sedang tulisan I, II atau III dengan warna merah.





Gambar 4. Contoh label kelas 7 radioaktif

h) **Kelas-8:**

bahan korosif. Bahan korosif (kelas-8), baik cair atau padat, menurut versi USDOT didefinisikan sebagai bahan yang dapat menyebabkan kerusakan visibel ke materi yang kontak dengannya.



Gambar 5. Contoh label kelas 9 bahan lain-lain



Disamping itu, terdapat bahan yang tidak termasuk dalam kelas tersebut (tertulis '*none*'), yaitu:

- Bahan-bahan terlarang
- Bahan-bahan eksplosif terlarang
- Bahan-bahan dengan aturan lain, dengan kode ORM (*other regulated materials*)
- ORM-D: komuditas konsumer seperti *hair spray*
- ORM-E: lain-lain yang diatur oleh USDOT

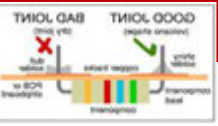
3. Label Versi NFPA

Disamping US-DOT, maka di Amerika Serikat *the National Fire Protection Association (NFPA)* mengembangkan pula label berwarna dengan kode, untuk mengindikasikan bahaya bahan kimia terhadap kesehatan, flammabilitas, dan reaktivitas. Label dibutuhkan dipasang pada seluruh bahan kimia yang ada di sebuah laboratorium, bila belum mencantumkan label yang sesuai, maka label NFPA ini merupakan label yang perlu dipasang. Bentuk belah ketupat yang dibagi empat, dengan warna masing-masing kotak berbeda. Untuk menujukkan derajad bahaya maka digunakan angka:

- Setiap kotak diberi warna: biru (bahaya terhadap kesehatan), merah (fbahaya terhadap kebakaran), kuning (bahaya terhadap reaktivitas), dan putih (bahaya khusus)
- Angka dan notasi yang terdapat pada masing-masing kotak adalah:

a) **Bahaya terhadap kesehatan**:

- **0 = minimal**, artinya tidak terdapat bahaya toksisitas
- **1 = ringan**, artinya mempunyai karakter dapat menyebabkan iritasi, tetapi hanya berakibat minor bahkan tanpa perawatan, dan/atau tidak berbahaya bila digunakan secara hati-hati dan bertanggung jawab
- **2 = moderat**, artinya artinya mempunyai karakter yang dapat menyebabkan bahaya bila paparan berlanjut, dan mungkin menyebabkan luka atau kerusakan kecuali dilakukan pengobatan



- **3 = serius**, artinya mempunyai karakter yang dapat menyebabkan luka atau kerusakan pada paparan yang singkat walau dilakukan pengobatan, dan/atau diketahui mempunyai efek karsinogen, mutagen atau teratogen pada binatang
- **4 = ekstrim**, merupakan bahan yang sangat toksik, yang dapat menyebabkan kematian atau kerusakan dalam paparan yang sangat singkat, dan dilakukan pengobatan

b) Bahaya terhadap timbulnya kebakaran:

- **0 = minimal**, artinya tidak terbakar, tidak menyebabkan flash point, tidak terbakar di udara bila terpapar pada $815,5^{o}C$ selama 5 menit.
- **1 = ringan**, artinya baru dapat terbakar bila dipanaskan terlebih dahulu, dan/atau akan terbakar di udara terbuka bila terpapar pada $815,5^{o}C$ selama 5 menit, dan/atau mempunyai flash point di bawah $93,4^{o}C$
- **2 = moderat**, artinya bahan tidak mudah terbakar yang mempunyai karakter dapat terbakar bila terpapar panas terlebih dahulu, atau perlu terpapar pada temperatur tinggi agar kebakaran terjadi, dan/atau bahan padat yang menghasilkan uap mudah terbakar, dan/atau mempunyai flash point di atas $37,8^{o}C$ tetapi lebih kecil dari $93,4^{o}C$
- **3 = serius**, artinya bahan mudah terbakar yang mempunyai karakter menghasilkan uap yang mudah terbakar dalam kondisi biasa, dan/atau dapat membentuk ledakan yang terbakar dengan cepat di udara, dan/atau siap terbakar dengan sendirinya akibat kandungan oksigen di dalamnya, dan/atau mempunyai flash point di atas $22,8^{o}C$, tetapi di bawah $37,8^{o}C$
- **4 = ekstrim**, merupakan bahan yang mudah terbakar dengan flash point di bawah $22,8^{o}C$

- **Bahaya terhadap adanya air (reaktif terhadap air)**:
  - **0 = minimal**, artinya bahan yang stabil, dan tidak reaktif terhadap air.



- **1 = ringan,** artinya bahan yang stabil yang menjadi tidak stabil bila terpapar pada temperatur tekanan tinggi.
- **2 = moderat,** artinya bahan yang tidak stabil dan akan cepat berubah tetapi tidak menimbulkan ledakan, dan/atau bahan yang akan berobah kompisisi kimianya dengan melepaskan enersi yang dikandungnya pada temperatur dan tekanan normal, dan/atau akan bereaksi dengan keras bila terdapat air, dan/atau akan menghasilkan ledakan bila bercampur dengan air.
- **3 = serius,** artinya bahan yang dapat meledak namun membutuhkan penyulut yang kuat agar eterjadi, atau dapat menyimpan pan as sebelum terjadi kebakaran, dan/atau bahan yang sensitive terhadap panas, atau terhadap kejutan mekanis pada temperatur tin gi, dan/atau bahan yang bereaksi dengan sendirinya dengan air tanpa membutuhkan panas terlebih dahulu.
- **4 = ekstrim**, bahan yang dapat meledak dan terdekomposisi secara keras pada temperatur dan tekanan normal, dan atau bahan yang dapat menghasilkan reaksi eksotermis dengan sendirinya bila berkontak dengan bahan tanpa atau adanya biasa biasa, dan/atau bahan yang sensitive terhadap perubahan kejutan mekanis atau panas pada temperatur dan tekanan normal.

- **Bahaya spesial**, yaitu:
  - Reaktif terahadap air (dengan kode: W)
  - Bahan oksidator (dengan kode: Ox)
  - Bahan radioaktif (dengan kode tanda radioaktif)
  - Bahan racun (dengan kode tanda racun)



Gambar 7. Contoh Label versi NFPA

4. Label Versi Kep Bapedal 05/09/1995

Di Indonesia, berdasarkan keputusan Kepala Bapedal No.05/Bapedal/09/1995 terdapat delapan jenis simbol, yaitu:

- **Simbol klasifikasi limbah B3 mudah meledak:** warna dasar oranye. Simbol berupa gambar berwarna hitam suatu materi limbah yang menunjukkan meledak, yang terdapat ditepi antara sudut atas dan sudut kiri belah ketupat bagian dalam. Pada bagian tengah terdapat tulisan “MUDAH MELEDAK” berwarna hitam yang diapit oleh 2 garis sejajar berwarna hitam sehingga membentuk 2 buah bangun segitiga sama kaki pada bagian dalam belah ketupat.
- **Simbol klasifikasi limbah B3 yang mudah terbakar:** terdapat 2 (dua) macam simbol untuk klasifikasi limbah yang mudah terbakar, yaitu simbol untuk cairan mudah terbakar dan padatan mudah terbakar:
- **simbol cairan mudah terbakar:** bahan dasar merah. gambar simbol berupa lidah api berwarna putih yang menyala pada suatu permukaan berwarna putih. Gambar terletak dibawah sudut atas garis ketupat bagian dalam. Pada bagian tengah terdapat tulisan “



CAIRAN..” dan dibawahnya terdapat tulisan “MUDAH TERBAKAR” berwarna putih. Blok segilima berwarna putih.

- **simbol padatan mudah terbakar:** dasar simbol terdiri dari warna merah dan putih yang berjajar vertikal berselingan. Gambar simbol berupa lidah apai berwarna hitam yang menyala pada satu bidang berwarna hitam. Pada bagian tengah terdapat tulisan “PADATAN” dan dibawahnya terdapat tulisan “MUDAH TERBAKAR” berwarna hitam. Blok segilima berwarna kebalikan dari warna dasar simbol.
- **Simbol klasifikasi limbah B3 reaktif**: bahan dasar berwarna kuning dengan blok segilima berwarna merah. Simbol berupa lingkaran hitam dengan asap berwarna hitam mengarah ke atas yang terletak pada suatu permukaan garis berwarna hitam. Di sebelah bawah gambar simbol terdapt tulisan “REAKTIF” berwarna hitam.
- **Simbol klasifikasi limbah B3 beracun**: bahan dasar putih dengan blok segilima berwarna merah. Simbol berupa tengkorak manusia dengan tulang bersilang berwarna hitam. Garis tepi simbol berwarna hitam. Pada sebelah bawah gambar terdapt tulisan “BERACUN” berwarna hitam.
- **Simbol klasifikasi limbah B3 korosif**: belah ketupat terbagi pada garis horizontal menjadi dua bidang segitiga. Pada bagian atas yang berwarna putih terdapat 2 gambar, yaitu disebelah kiri adalah gambar tetesan limbah korosif yang merusak pelat bahan berwarna hitam, dan disebelah kanan adalah gambar lengan yang terkena tetesan limbah korosif. pada bagian bawah, bidang segitiga berwarna hitam, terdapat tulisan “KOROSIF” berwarna putih, serta blok segilima berwarna merah.
- **Simbol klasifikasi limbah B3 menimbulkan infeksi**: warna dasar bahan adalah putih dengan garis pembentuk belah ketupat bagian dalam berwarna hitam. Simbol infeksi berwarna hitam terletak di sebelah bawah sustu atas garis belah ketupat bagian dalam. pada bagian tengah terdapat tulisan “INFEKSI” berwarna hitam, dan dibawahnya terdapat blok segilima berwarna merah.

- **Simbol limbah B3 klasifikasi campuran**: warna dasar bahan adalah putih dengan garis pembentuk belah ketupat bagian dalam berwarna hitam. gambar simbol berupa tanda seru berwarna hitam terletak di sebelah bawah sudut atas garis belah ketupat bagian dalam. Pada bagian tengah bawah terdapat tuliasan "CAMPURAN" berwarna hitam serta blok segilima berwarna merah.

Menurut peraturan yang digunakan di Indonesia, terdapat 3 jenis label yang berkaitan dengan sistem pengemasan limbah B3, yaitu:

- **Label identitas limbah**: berfungsi untuk memberikan informasi tentang asal usul limbah, identitas limbah serta kuantifikasi limbah dalam suatu kemasan limbah B3. Label identitas limbah berukuran minimum 15 cm x 20 cm atau lebih besar, dengan warna dasar kuning dan tulisan serta garis tepi berwarna hitam, dan tulisan "PERINGATAN !" dengan huruf yang lebih besar berwarna merahdiisi dengan huruf cetak dengan jelas terbaca dan tidak mudah terhapus serta dipasang pada setiap kemasan limbah B3 yang disimpan di tempat penyimpanan, dengan mencantumkan antara lain: nama dan alamat penghasil, jumlah dan jenis limbah serta tanggal pengisian. Label identitas dipasang pada kemasan di sebelah atas simbol dan harus terlihat dengan jelas.
- **Label untuk penandaan kemasan kosong**: bentuk dasar label sama dengan bentuk dasar simbol dengan ukuran sisi minimal 10 x 10 cm2 dan tulisan "KOSONG" berwarna hitam ditengahnya. Label harus dipasang pada kemasan bekas pengemasan limbah B3 yang telah dikosongkan dan atau akan digunakan untuk mengemas limbah B3.
- **Label penunjuk tutup kemasan**: berukuran minimal 7 x 15 cm2 dengan warna dasar putih dan warna gambar hitam. Gambar terdapat dalam frame hitam, terdiri dari 2 (dua) buah anak panah mengarah ke atas yang berdiri sejajar di atas balok hitam. Label terbuat dari bahan yang tidak mudah rusak karena goresan atau akibat terkena limbah dan bahan kimia lainnya. Label dipasang dekat tutup kemasan dengan arah panah menunjukkan posisi penutup kemasan. Label harus terpasang kuat pada setiap



kemasan limbah B3, baik yang telah diisi limbah B3, maupun kemasan yang akan digunakan untuk mengemas limbah B3.



Gambar 8. Simbol Limbah B3 versi KepBapedal 05/09/1995

5. Label Versi Permen LH No. 03 Tahun 2008

Ada 10 jenis simbol digunakan oleh peraturan ini, diantaranya adalah:

a) bersifat mudah meledak (explosive)

b) bersifat pengoksidasi (oxidizing)

c) bersifat mudah menyala (flammable)

d) bersifat beracun (toxic)

e) bersifat berbahaya (harmful)

f) bersifat iritasi (irritant)

g) bersifat korosif (corrosive)

h) berbahaya bagi lingkungan (dangerous for the environment)

i) bersifat karsinogenik, teratogenik dan mutagenik (carcinogenic, tetragenic, mutagenic)

j) bersifat gas bertekanan



Gambar 9. Contoh label versi Permen LH No. 03 Tahun 2008



c. Rangkuman

1. **Dokumen Limbah B3** sebagai sarana/alat pengawasan dalam konsep *cradle-to-grave.*

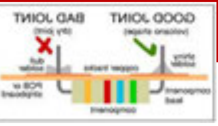
   Bahan-bahan berbahaya tersebut bila akan diangkut ke tempat lain, harus dilengkapi dengan dokumen resmi, yang merupakan legalitas kegiatan pengelolaan sehingga dokumen ini akan merupakan sarana/alat pengawasan dalam konsep *cradle-to-grave*. Dokumen ini dikenal pula sebagai *shipping papers.*

2. Identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi US-DOT**

   Guna keamanan dan memudahkan pengenalan secara cepat bahan berbahaya tersebut, maka *United States – Department of Transportation* (US-DOT) digunakan tanda-tanda dalam bentuk simbul dan label. Simbol berbentuk bujur sangkar diputar 45 derajat sehingga membentuk belah ketupat. Pada keempat sisi belah ketupat tersebut dibuat garis sejajar yang menyambung sehingga membentuk bidang belah ketupat dalam ukuran 95 persen dari ukuran belah ketupat bahan. Warna garis yang membentuk belah ketupat dalam sama dengan warna simbol. pada bagian bawah simbol terdapat blok segilima dengan bagian atas mendatar dari sudut terlancip terhimpit dengan garis sudut bawah belah ketupat bagian dalam. Simbol yang dipasang pada kemasan minimal berukuran 10 cm x 10 cm, sedangkan simbol pada kendaraan pengangkut tempat penyimpanan minimal 25 cm x 25 cm. Sedang label merupakan penandaan pelengkap yang berfungsi memberikan informasi dasar mengenai kondisi kualitatif dan kuantitatif dari suatu bahan yang dikemas.

3. Identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi NFPA**

   The National Fire Protection Association (NFPA) mengembangkan pula label berwarna dengan kode, untuk mengindikasikan bahaya bahan kimia terhadap kesehatan, flammabilitas, dan reaktivitas. Label dibutuhkan dipasang pada seluruh bahan kimia yang ada di sebuah laboratorium, bila belum mencantumkan label yang sesuai,



maka label NFPA ini merupakan label yang perlu dipasang. Bentuk belah ketupat yang dibagi empat, dengan warna masing-masing kotak berbeda. Untuk menujukkan derajad bahaya maka digunakan angka: setiap kotak diberi warna: biru (bahaya terhadap kesehatan), merah (fbahaya terhadap kebakaran), kuning (bahaya terhadap reaktivitas), dan putih (bahaya khusus.

4. Identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi Kep Bapedal 05/09/1995**

   Berdasarkan keputusan Kepala Bapedal No.05/Bapedal/09/1995 terdapat delapan jenis simbol, yaitu: Simbol klasifikasi limbah B3 mudah meledak, **Simbol klasifikasi limbah B3 yang mudah terbakar, simbol cairan mudah terbakar, simbol padatan mudah terbakar, simbol padatan mudah terbakar, Simbol klasifikasi limbah B3 reaktif, Simbol klasifikasi limbah B3 korosif, Simbol klasifikasi limbah B3 menimbulkan infeksi, Simbol limbah B3 klasifikasi campuran**

5. Identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi Permen LH No. 03 Tahun 2008**

   Ada 10 jenis simbol digunakan oleh peraturan ini, diantaranya adalah:

   a) bersifat mudah meledak (*explosive*)
   b) bersifat pengoksidasi (*oxidizing*)
   c) bersifat mudah menyala (*flammable*)
   d) bersifat beracun (*toxic*)
   e) bersifat berbahaya (*harmful*)
   f) bersifat iritasi (*irritant*)
   g) bersifat korosif (*corrosive*)
   h) berbahaya bagi lingkungan (*dangerous for the environment*)
   i) bersifat karsinogenik, teratogenik dan mutagenik (*carcinogenic, tetragenic, mutagenic*)
   j) bersifat gas bertekanan



d. Tugas

a) Lakukan survey di bengkel anda tentang Identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3. Hal-hal apa saja yang telah dilakukan bengkel tersebut ?

b) Buatlah rangkuman hasil survey anda di bengkel tersebut. Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal Identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3!

c) Bagaimana saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut ?

e. Tes Formatif

1. Jelaskan d**okumen Limbah B3** sebagai sarana/alat pengawasan dalam konsep *cradle-to-grave !*
2. Lakukan identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi US-DOT !**
3. Lakukan identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi NFPA !**
4. Lakukan identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi Kep Bapedal 05/09/1995** !
5. Lakukan identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 Versi Permen LH No. 03 Tahun 2008 !

f. Lembar Jawab Tes Formatif

1. **Dokumen Limbah B3** sebagai sarana/alat pengawasan dalam konsep *cradle-to-grave,* bahan-bahan berbahaya tersebut bila akan diangkut ke tempat lain, harus dilengkapi dengan dokumen resmi, yang merupakan legalitas kegiatan pengelolaan sehingga dokumen ini akan merupakan sarana/alat pengawasan dalam konsep *cradle-to-grave*. Dokumen ini dikenal pula sebagai *shipping papers.*
2. Identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi US-DOT,** bertujuan untuk keamanan dan

memudahkan pengenalan secara cepat bahan berbahaya tersebut, maka *United States – Department of Transportation* (US-DOT) digunakan tanda-tanda dalam bentuk simbul dan label. Simbol berbentuk bujur sangkar diputar 45 derajat sehingga membentuk belah ketupat. Pada keempat sisi belah ketupat tersebut dibuat garis sejajar yang menyambung sehingga membentuk bidang belah ketupat dalam ukuran 95 persen dari ukuran belah ketupat bahan. Warna garis yang membentuk belah ketupat dalam sama dengan warna simbol. pada bagian bawah simbol terdapat blok segilima dengan bagian atas mendatar dari sudut terlancip terhimpit dengan garis sudut bawah belah ketupat bagian dalam. Simbol yang dipasang pada kemasan minimal berukuran 10 cm x 10 cm, sedangkan simbol pada kendaraan pengangkut tempat penyimpanan minimal 25 cm x 25 cm. Sedang label merupakan penandaan pelengkap yang berfungsi memberikan informasi dasar mengenai kondisi kualitatif dan kuantitatif dari suatu bahan yang dikemas.

3. Identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi NFPA.** *The National Fire Protection Association (NFPA)* mengembangkan pula label berwarna dengan kode, untuk mengindikasikan bahaya bahan kimia terhadap kesehatan, flammabilitas, dan reaktivitas. Label dibutuhkan dipasang pada seluruh bahan kimia yang ada di sebuah laboratorium, bila belum mencantumkan label yang sesuai, maka label NFPA ini merupakan label yang perlu dipasang. Bentuk belah ketupat yang dibagi empat, dengan warna masing-masing kotak berbeda. Untuk menujukkan derajad bahaya maka digunakan angka: setiap kotak diberi warna: biru (bahaya terhadap kesehatan), merah (fbahaya terhadap kebakaran), kuning (bahaya terhadap reaktivitas), dan putih (bahaya khusus.
4. Identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi Kep Bapedal 05/09/1995**

   Berdasarkan keputusan Kepala Bapedal No.05/Bapedal/09/1995 terdapat delapan jenis simbol, yaitu: **Simbol klasifikasi limbah B3**



mudah meledak, Simbol klasifikasi limbah B3 yang mudah terbakar, simbol cairan mudah terbakar, simbol padatan mudah terbakar, simbol padatan mudah terbakar, Simbol klasifikasi limbah B3 reaktif, Simbol klasifikasi limbah B3 korosif, Simbol klasifikasi limbah B3 menimbulkan infeksi, Simbol limbah B3 klasifikasi campuran

5. Identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 **Versi Permen LH No. 03 Tahun 2008**

   Ada 10 jenis simbol digunakan oleh peraturan ini, diantaranya adalah:

   a) bersifat mudah meledak (*explosive*)
   b) bersifat pengoksidasi (*oxidizing*)
   c) bersifat mudah menyala (*flammable*)
   d) bersifat beracun (*toxic*)
   e) bersifat berbahaya (*harmful*)
   f) bersifat iritasi (*irritant*)
   g) bersifat korosif (*corrosive*)
   h) berbahaya bagi lingkungan (*dangerous for the environment*)
   i) bersifat karsinogenik, teratogenik dan mutagenik (*carcinogenic, tetragenic, mutagenic*)
   j) bersifat gas bertekanan

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan
   a) Peralatan tulis.
   b) Camera. (untuk mengambil gambar jika diperlukan).

2. Keselamatan Kerja
   a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.
   b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja
   a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
   b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.
   c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.
   d) Lakukan pengambilan gambar dengan camera jika diperlukan sebagai bukti hasil survey anda jika diperlukan.
   e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas
   a) Buatlah laporan hasil survey bengkel tentang Identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3 secara ringkas dan jelas!
   b) Lakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan bengkel tersebut dalam hal Identifikasi pelabelan pada kemasan bahan kimia berbahaya dan beracun B3.
   c) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



19. Kegiatan Belajar 19.

Teknik Sambung dan Teknik Soldering Desoldering

a. Tujuan Pembelajaran

Peserta diklat / siswa dapat :

- Menerapkan dasar-dasar teknik kabel
- Menerapkan dasar-dasar teknik sambung,
- Menerapkan dasar-dasar Papan Rangkaian Tercetak (PRT)
- Menerapkan dasar-dasar teknik *soldering desoldering*

b. Uraian Materi

1. Teknik Kabel

Ada tiga hal pokok dari kabel yaitu :

a) Konduktor/penghantar, merupakan media untuk menghantarkan arus listrik

b) Isolator, merupakan bahan dielektrik untuk mengisolasi dari penghantar yang satu terhadap yang lain dan juga terhadap lingkungan lingkungannya.

c) Pelindung luar, yang memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanis, pengaruh bahan- bahan kimia elektrolysis, api atau pengaruh pengaruh luar lainnya yang merugikan.

Jenis dan Konstruksi Kabel

Berdasarkan fungsinya kabel dapat digunakan sebagai :

a) Penghantar Arus Listrik Tenaga (Power Cable)

Jenis kabel yang sering digunakan pada instalasi penerangan maupun instalasi tenaga adalah NYA, NYAF, NYM, NYMHY, NYY, NYFGBY dan lain-lain. Penentuan besar kecil dan jumlah serabut/inti yang digunakan dapat diketahui dari PUIL.(Persyaratan Umum Instalasi Listrik)



Gambar 1. Power cable

Maksud dari singkatan nama-nama/kode kabel tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1 Nomenklatur Kode – kode kabel di Indonesia

Huruf	Keterangan
N	Kabel standard dengan penghantar/inti tembaga.
NA	Kabel dengan aluminium sebagai penghantar.
Y	Isolasi PVC
G	Isolasi Karet
A	Kawat Berisolasi
Y	Selubung PVC (polyvinyl chloride) untuk kabel luar
M	Selubung PVC untuk kabel luar
R	Kawat baja bulat (perisai)
Gb	Kawat pipa baja (perisai)
B	Pipa baja
I	Untuk isolasi tetap diluar jangkauan tangan
re	Penghantar padat bulat
rm	Penghantar bulat berkawat banyak
Se	Penghantar bentuk pejal (padat)
Sm	Penghantar dipilin bentuk sektor
f	Penghantar halus dipintal bulat
ff	Penghantar sangat fleksibel
Z	Penghantar z
D	Penghantar 3 jalur yang di tengah sebagai pelindung.
H	Kabel untuk alat bergerak
Rd	Inti dipilih bentuk bulat
Fe	Inti pipih



-1	Kabel dengan system pengenal warna urat dengan hijau – kuning
-0	Kabel dengan system pengenal warna urat tanpa hijau – kuning.

Syarat Penandaan

a) Kode Pengenal

Huruf kode Komponen

NYA re rm

N = Kabel jenis standar dengan tembaga sebagai penghantar

Y = Isolasi PVC

A = Kawat berisolasi

re = Penghantar padat bulat

rm = penghantar bulat berkawat banyak.

NYM re rm -1 -0

N = Kabel jenis standar dengan tembaga sebagai penghantar

Y = Isolasi PVC

M = Selubung PVC

re = Penghantar padat bulat

rm = penghantar bulat berkawat banyak.

-1 = Kabel dengan sistem pengenal warna urat hijau-kuning

-o = Kabel dengan sistim pengenal warna urat tanpa hijau kuning

Contoh :

Kabel NYA 4 re 1000 V

Menyatakan suatu kawat berisolasi untuk tegangan nominal 1000 V, berisolasi PVC sesuai dengan spesifikasi ini dan mempunyai penghantar tembaga padat bulat dengan luas penampang nominal 4 mm ^{2}.

Kabel NYM – 0 4 x 2,5 rm 500 V

Menyatakan suatu kabel berinti banyak untuk tegangan nominal 500 V, berisolasi dan berselubung PVC dan mempunyai penghantar tembaga bulat berkawat banyak dengan luas penampang nominal 2,5 mm ², dengan sistim pengenal warna urat tanpa hijau- kuning.

b) Tanda Kabel

Isolasi harus diberi warna hijau-kuning (untuk penghantar tanah/grounding), atau biru muda atau hitam atau kuning atau merah.

Tanda memenuhi standar **SII** dan tanda pengenal “***Produsen”***

Standar Warna

Warna kabel ini diperuntukkan bagi penggunaan untuk sistim tenaga. Untuk kabel informasi dan data sampai saat ini belum ada standar pemberian warna kabel.

Warna untuk kabel tenaga ini meliputi (Sesuai standard PUIL)

- **Earth/pertanahan:** Warna majemuk hijau- kuning, tak boleh untuk tujuan lain.
- **Kawat netral/Tengah:** warna biru, bila instalasi tanpa hantaran netral, warna biru boleh digunakan.
- **Kawat fase/live/hidup:**

  Fase 1 (Fase R) : Merah

  Fase 2 (Fase S) : Kuning

  Fase 3 (Fase T) : Hitam

Atau

Earth/ Pentanahan	:	Hijau/Hijau + garis kuning
Netral	:	Hitam
Fase 1 (R)	:	Merah
Fase 2 (S)	:	Kuning
Fase 3 (T)	:	Biru

Standard pemasangan kabel pada 3 pins plug power 220 V & socketnya adalah :

Live (L)	:	Brown/coklat



Neutral (N) : Blue/biru

Earth (E) : Green/Yellow (Hijau garis kuning)

Berikut ini beberapa jenis kabel yang banyak digunakan untuk instalasi rumah ataupun pabrik :

Kabel NYA

Yaitu kabel dengan penghantar/inti tembaga berselubung PVC

Gambar Konstruksi



Penghantar tembaga

Isolasi PVC

Gambar 2. Kabel NYA

Tabel 2. Karakteristik kelistrikan kabel NYA

Ukuran (mm²)	**Resistansi pada 20° C**	
	Penghantar (ohm/km)	**Penyekat (m ohm.km)**
1	23.4	**51**
1.5	11.9	**51**
2.5	7.14	**48**
4	4.47	**44**
6	**2.97**	**37**

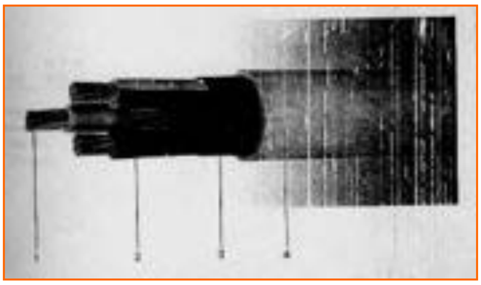
Dari data diatas misalnya untuk kabel ukuran 1 mm² pada temperatur 20° C untuk penghantarnya memiliki resistansi sebesar 32.4 ohm setiap 1 km panjang kabel dan untuk penyekatnya memiliki resistansi sebesar 51 M ohm setiap 1 km panjang kabel.

Kabel NYM

Yaitu kabel jenis standar dengan tembaga sebagai penghantar berisolasi PVC dan berselubung PVC

Tegangan kerja 500 V

Gambar konstruksi



Keterangan :

1. Penghantar tembaga
2. Isolasi PVC
3. Selubung dalam PVC
4. Selubung luar PVC

Gambar 3 Kabel NYM

Tabel 3. Karakteristik kelistrikan kabel NYM

Jumlah Inti	Ukuran (mm²)	Reaktance per konduktor	Arus Hubung singkat 1sec	Resistansi pada 20° C	
		Ohm/km	kA	Penghantar (ohm/km)	Penyekat (m ohm.km)
2	1.5	0.108	0.17	12.1	50
	2.5	0.104	0.29	7.41	50
	4	0.100	0.46	4.61	50
	6	0.094	0.70	3.08	50
	10	0.088	1.16	1.83	50
3	1.5	0.108	0.17	12.1	50
	2.5	0.104	0.29	7.41	50

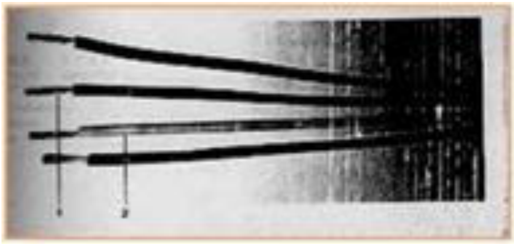


	4	0.100	0.46	4.61	50
	6	0.094	0.70	3.08	50
	10	0.088	1.16	1.83	50

Kabel NYAF

Merupakan jenis kabel fleksibel dengan penghantar tenbaga serabut berisolasi PVC. Digunakan untuk instalasi panel panel yang memerlukan fleksibilitas yang tinggi.

Gambar Konstruksi:



Keterangan :

1. Penghantar tembaga (Pleksibel)
2. Selubung luar PVC

Gambar 4. Kabel NYAF

Tabel 4. Karakteristik kelistrikan kabel NYAF

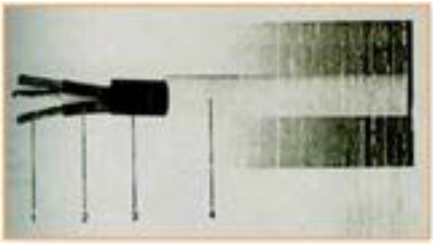
Jumlah Inti	Ukuran (mm²)	Reaktance per konduktor	Arus Hubung singkat 1sec	Resistansi pada 20° C	
		Ohm/km	kA	Penghantar (ohm/km)	Penyekat (m ohm.km)
1	0.5	2.5	0.06	37.1	65
	0.75	2.5	0.09	24.7	58
	1	2.5	0.12	18.5	53
	1.5	2.5	0.17	12.7	50
	2.5	2.5	0.29	7.6	46

Kabel NYMHY (rd)

Merupakan jenis kabel fleksibel dengan tembaga serabut sebagai penghantar, berisolasi PVC dan nerselubung PVC

Kabel ini banyak digunakan untuk instalasi yang yang bergerak atau peralatan listrik tangan

Gambar konstruksi :



Keterangan :

1. Penghantar tembaga (pleksibel)
2. Isolasi PVC
3. Selubung dalam PVC
4. Selubung luar PVC

Gambar 5. Kabel NYMHY

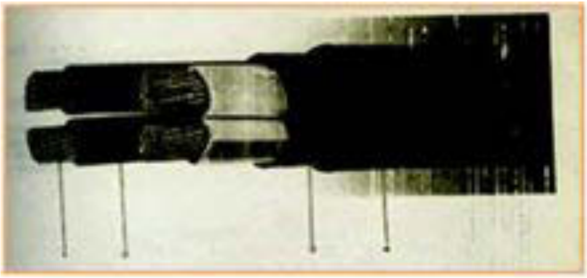
Tabel 5. Karakteristik kelistrikan kabel NYMHY

Jumlah Inti	Ukuran (mm²)	Reaktance per konduktor	Arus Hubung singkat 1sec	Resistansi pada 20° C	
		Ohm/km	kA	Penghantar (ohm/km)	Penyekat (m ohm.km)
2	0.75	2	0.09	26	58
	1	2	0.12	19.5	53
	1.5	2	0.17	13.3	50
	2.5	2	0.29	7.98	46
3	0.75	2	0.09	26	58
	1	2	0.12	19.5	53
	1.5	2	0.17	13.3	50
	2.5	2	0.29	7.98	46

Kabel NYY

Merupakan kabel jenis standar degan tembaga sebagai penghantar berselubung PVC dan berisolasi PVC

Gambar Konstruksi:



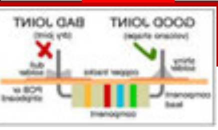
Gambar 6. Kabel NYY

Keterangan :

1. Penghantar tembaga
2. Isolasi PVC
3. Selubung dalam PVC
4. Selubung luar PVC

Tabel 6. Karakteristik kelistrikan NYY

Jumlah Inti	**Ukuran (mm^2)**	**Reaktance per konduktor**	**Arus Hubung singkat 1sec**	**Resistansi pada 20° C**	
		Ohm/km	kA	Penghantar (ohm/km)	Penyekat (m ohm.km)
2	1.5	0.108	0.17	12.1	62
	2.5	0.104	0.29	7.28	57
	4	0.100	0.46	4.56	52
	6	0.094	0.70	3.03	44
	10	0.088	1.16	1.81	36
3	1.5	0.108	0.17	12.1	62
	2.5	0.104	0.29	7.28	57
	4	0.100	0.46	4.56	52
	6	0.094	0.70	3.03	44
	10	0.088	1.16	1.81	36



b) Penghantar Arus Listrik Data dan Informasi

1) Kabel Telepon

Ada beberapa macam kabel telepon diantaranya, *aerial cable* (kabel atas tanah), *indoor cable* (kabel rumah), *burial cable* (kabel tanam) dll.

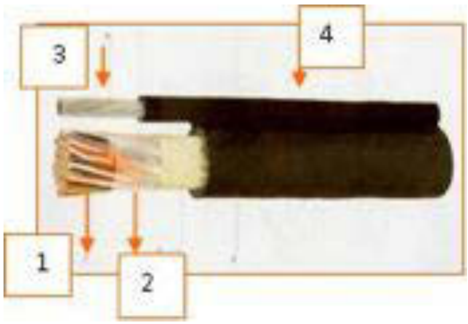


Gambar 7. Kabel telepon

- ***Aerial Cable* (Kabel atas tanah)**

  Kabel jenis ini biasanya digunakan diluar ruangan atau diudara bebas yang dipasang antara satu tiang telepon dengan tiang yang lainnya

  Gambar konstruksinya :



Gambar 8. *Aerial cable*

Keterangan :

1. Penghantar tembaga dengan isolasi polyethylene
2. Pita polyester
3. Kawat galvanis baja bulat
4. Selubung luar polyethylene

Tabel 7. Karakteristik kelistrikan *Aerial Cable*

Diameter nominal penghantar	Resistansi pada 20° C		Kapasitansi diri	Uji Tegangan
(mm)	Penghantar	Penyekat	μf/km	Volt

Diameter nominal penghantar	Resistansi pada 20º C		Kapasitansi diri	Uji Tegangan
	(ohm/km)	(m ohm.km)		
0.6	65	10000	55	500
0.8	36.5	10000	55	500
1.0	23.4	10000	62	500

Indoor Cable (Kabel rumah)



Gambar 9. Indoor cable

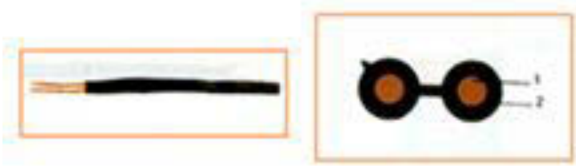
Keterangan :

1. Penghantar tembaga dengan isolasi PVC
2. Pita non hygroscopic
3. Selubung luar PVC

Tabel 8. Karakteristik kelistrikan Indoor cable

Diameter nominal penghantar	Resistansi pada 20º C		Kapasitansi diri	Uji Tegangan
(mm)	Penghantar (ohm/km)	Penyekat (m ohm.km)	µf/km	Volt
0.6	65	100	120	500

- ***Buried Cable*** **(Kabel tanah/tanam langsung)**



Gambar 10 *Burial cable*

Keterangan :

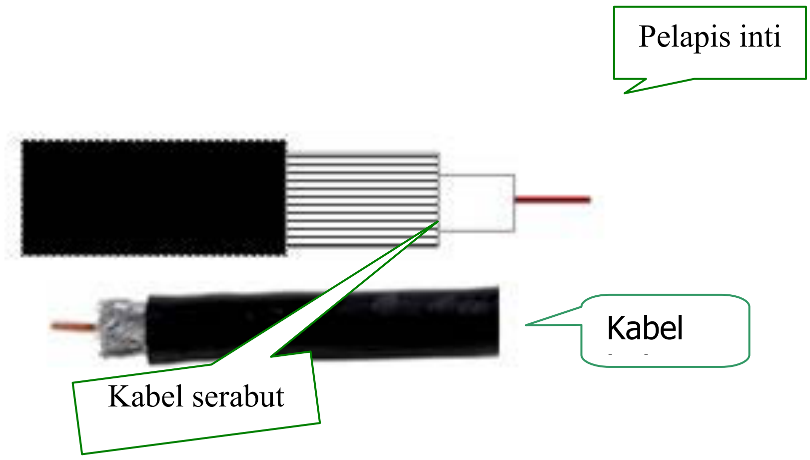
1. Penghantar tembaga
2. penyekat polyethylene

Tabel 9. Karakteristik kelistrikan *Burial cable*

Diameter nominal penghantar	**Resistansi pada 20° C**		**Uji Tegangan**
(mm)	Penghantar (ohm/km)	Penyekat (m ohm.km)	**Volt**
0.6	**65**	**10000**	**500**

2) Kabel Coaxial

Kabel ini memiliki impedansi rendah sekitar 80 ohm, redaman yang rendah dan umumnya digunakan untuk frequensi tinggi. Contoh: Kabel antenna.



Gambar 11. Kabel koaxial

Contoh kabel coaxial RG 59 U -85 memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Impedansi 80 Ohm.

- Kapasitansi 16,3 pf/ft
- Nominal attenuation/pelemahan nominal

Frekuensi (Mhz)	dB /100 ft
50	2.0
100	2.6
200	4
500	7
900	9.1

3) Kabel Serat Optik

Kabel serat optic ini adalah salah satu media transmisi yang dapat menyalurkan informasi dengan kapasitas yang besar dan dengan kehandalan yang tinggi. Berlainan dengan media transmisi lainnya, maka pada serat optic gelombang pembawanya tidak merupakan gelombang elektromagnetik atau listrik, akan tetapi merupakan sinar atau cahaya laser. Penggunaan utama serat optic ini adalah pada bidang komunikasi agar diperoleh system dengan kapasitas besar dan kecepatan tinggi untuk mengirimkan aneka informasi (suara data dan gambar).



Gambar 12. Serat optik

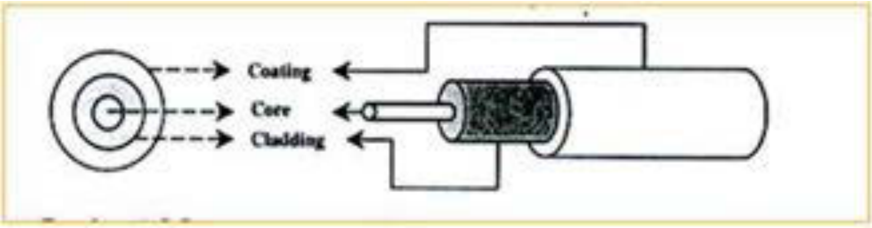
Bila cahaya memasuki salah satu ujung serat optic, sebagian besar cahaya terkurung didalam serat dan akan dituntun ke ujung jauh. Serat optic atau juga disebut penuntun cahaya (light guide). Cahaya tetap berada didalam serat karena dipantulkan secara total oleh permukaan bagian dalam serat. Pantulan dalam Total (Total Internal Reflection dapat terjadi bila :

- Indek bias inti lebih besar dari pada cladding

- Sudut masuk cahaya harus lebih besar dari sudut kritis.

a) Struktur Dasar Serat Optik

Suatu serat optic umumnya terdiri dari inti dan selubung yang terbuat dari ***gelas silica.*** Indek bias selubung sedikit lebih rendah dari intinya sehingga terjadi perambatan gelombang hanya dalam intinya saja sebab terjadi pantulan nol. Serat optic tersusun dari beberapa bagian yang memiliki fungsi dan indeks bias yang berbeda. Susunan serat optik adalah seperti gambar berikut :



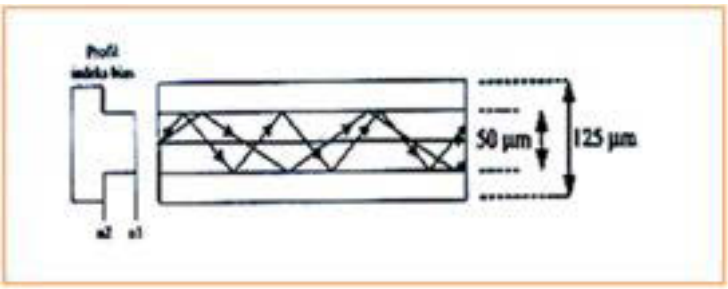
Gambar 13 susunan serat optic

Core (inti) terbuat dari bahan kuarsa dengan kualitas tinggi berfungsi untuk melewatkan cahaya yang merambat dari satu ujung ke ujung lainnya.

Cladding (Selubung) Berfungsi sebagai cermin, untuk memantulkan cahaya agar dapat merambat ke ujung yang lain terbuat dari bahan gelas dengan indeks lebih kecil dari core(inti).

Coating (jaket) berfungsi sebagai pelindung mekanis dan tempat code warna. Coating terbuat dari bahan plastik untuk melindungi serat optik dari kerusakan, tekanan perubahan temperatur dan sebagainya.

Ada dua jenis serat optik yang saat ini berhasil dikembangkan yaitu Serat optik ***singlemode*** dan serat optik ***multimode.***



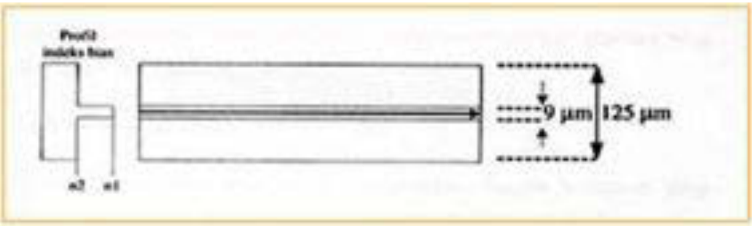
Gambar 14 Step index multimode



Serat optik multimode mem-punyai inti dengan diameter 50 µm – 200 µm. Keuntungan dari jenis ini adalah inti yang besar sehingga memudahkan dalam hal penyambungan. Sedang kerugiannya adalah terjadi redaman yang cukup besar (5 – 30 dB/km), sehingga cocok untuk transmisi jarak pendek.

Serat optik single mode mempunyai diameter inti 2 – 10 µm dengan selubung 125 µm sehingga dalam penyambungan dan pengukuran menjadi lebih sulit.

Disamping itu sumber cahayanya harus mempunyai bidang spektrum yang sempit dan sangat terang. Besar redaman jenis ini relatif kecil yaitu 0,2 -0,5 dB/km dan sangat baik digunakan pada transmisi jarak jauh dengan kapasitas yang besar.



Gambar 15. Step indek single mode

b) Keunggulan Serat Optik

- Redaman transmisi yang kecil
- Bandwidth yang lebar
- Ukuran yang kecil dan ringan
- Tidak ada interferensi cross talk
- Kebal terhadap induksi
- Keamanan rahasia informasi lebih baik
- Adanya isolasi antara pengirim dan penerima
- Tidak ada ground loop
- Tidak akan terjadi hubungan api saat kontak atau serat optik terputus
- Tidak berkarat, tahan temperatur tinggi dan konsumsi daya yang rendah.

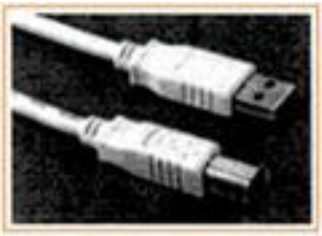
c) Kelemahan Serat Optik

- Tidak menyalurkan energi listrik

- Perangkat sambung relatif lebih rumit
- Perangkat terminasi lebih mahal
- Perbaikan lebih sulit

4) Kabel USB (Universal Serial Bus)

Digunakan untuk koneksi komputer dengan pheripheral atau peralatan tambahan pada komputer



Gambar 16 Kabel USB

c) Standar Kabel pada Perangkat Audio-Video

Pengembangan teknologi ternyata tidak terbatas pada perangkat saja. Kabel pun tak luput dari perhatian. Terkadang dalam suatu sistem audio-video perkabelan cenderung kurang diperhatikan. Padahal kabel sebagai penghantar sinyal dapat mempengaruhi kualitas suara yang dihasilkan dari suatu sistem.

Idealnya sebuah kabel berfungsi sebagai penghantar gelombang listrik yang tidak boleh menambah atau mengurangi karakter sinyal yang dihantarkan.

Kabel yang baik adalah kabel yang memiliki distorsi/cacat paling rendah bahkan kalau bisa tanpa distorsi terhadap sinyal yang dihantarkannya. Dalam suatu sistem high end (sistem dengan teknologi tinggi) syarat ini mutlak dibutuhkan dalam pemilihan kabel yang akan digunakan.

Terkait dengan hal ini ada beberapa hal yang patut dipertimbangkan dari suatu kabel. Resistansi, kapasitansi dan induktansi merupakan beberapa faktor penting yang bisa mempengaruhi penampilan sistem secara keseluruhan. Disamping itu ada aspek lain yang mempengaruhi kualitas sebuah kabel yaitu tipe konduktor dan kemurniannya (purity).

Saat ini dipasaran terdapat beberapa format kabel video seperti :coaxial composit,RCA-komposit, s-video 3RCA,5 RCA.



Kabel video berbeda dengan kabel audio analog dimana kabel audio berfungsi mentransfer sinyal berfrekuensi rendah 20 -20 Khz. Sedangkan kabel video berfungsi untuk mentransfer sinyal frekuensi tinggi 8 Mhz -10 Mhz untuk format NTSC.

Bertolak dari hal tersebut untuk menyalurkan sinyal video diperlukan kabel khusus dengan karakteristik impedansi yang cocok yaitu sebesar 75 ohm sedangkan untuk sinyal audio umumnya memiliki karakteristik impedansi 35 – 50 ohm. Untuk mendapatkan kabel video komposit/komponen yang benar-benar 75 ohm harus memperhatikan faktor sebagai berikut : Konstruksi kabel, material konduktor, bahan dielektrik(penyekat), konektor RCA 75 ohm dan juga penyolderan serta perlindungan kabel *)

Bahan Konduktor:

Konduktor sebagai media penghantar listrik memiliki peran yang besar dalam mementukan kualitas kabel. Bahan konduktor yang sering dipakai untuk kabel dapat dijabarkan sebagai berikut :

Tough Pitch Copper/Silver

Adalah bahan konduktor yang umum dipakai untuk kabel listrik. Jenis konduktor ini adalah jenis yang paling murah dan kualitas yang kurang baik untuk sinyal audio.

Metal alloy Konduktor

Adalah bahan konduktor dengan campuran yang unik

Oxygen Free Copper (OFC) Adalah bahan konduktor tembaga dengan kadar oksigen yang rendah.

Silver plated OFC

Bahan konduktor tembaga bebas oksigen yang dilapisi perak

Bahan Insulasi/ Dielektrik :

Bahan insulasi atau sering disebut dielektrik berfungsi sebagai pelindung konduktor, menghilangkan sinyal radio frekuensi, mengurangi problem skin efek dll. Kita mengenal beberapa bahan insulasi yang sering di pakai di kabel audio yauti : PVC, plastik, FPE, PP, teplon dll.

Konektor

Konektor atau sering kita sebut jack, pin, spade dan banana sebagai ujung tombak kabel audio–video juga memegang peran yang penting. Semakin

baik bahan konektor yang digunakan, semakin baik pula tingkat efesien transmisi yang dihasilkan.*)

d) Grounding (Pentanahan)

Pembumian dimaksudkan untuk meniadakan beda potensial sehingga bila ada kebocoran tegangan atau arus bocor maka kebocoran tersebut akan dibuang ke bumi. Kebocoran yang dimaksud adalah adanya arus/tegangan yang pada keadaan normal bagian tersebut tidak bertegangan.Hal ini untuk memberikan perlindungan kepada pekerja listrik selain untuk mengamankan peralatan.

Grounding memiliki 3 fungsi utama :

a. Perlindungan dari Tegangan Tinggi

   Kilat atau petir dengan tegangan yang tinggi dapat berbahaya pada distribusi listrik sistem kawat. Grounding dipasang pada sistem instalasi listrik di rumah atau tempat kerja yang mengurangi atau menghindari kerusakan atau bahaya yang disebabkan oleh tegangan tinggi tersebut

b. Penstabil Tegangan

   Banyak terdapat sumber tegangan. Tiap transformer dapat dimasukan dalam sumber khusus. Jika tidak terdapat titik referensi umum untuk semua sumber tegangan ini, akan terjadi kesulitan yang sangat sulit untuk dihitung hubungannya masing-masing.

c. Mengatasi arus yang berlebih

   Fungsi ini merupakan fungsi paling penting untuk dimengerti. Sistem grounding menyediakan level keselamatan tertentu untuk manusia dan peralatan dari bahaya/kerusakan.

Alasan utama mengapa grounding digunakan dalam penyaluran listrik adalah karena faktor ***keamanan*** . Ketika semua bagian logam dalam peralatan listrik digrounding lalu jika isolasi di dalam peralatan gagal, maka tidak ada tegangan berbahaya yang terjadi. Lalu ketika kabel bertegangan bersentuhan dengan bagian yang dibumikan/digroundkan lalu rangkaian terhubung singkat atau konsleting maka sekring akan dengan segera putus. Ketika sekring putus maka bahaya akan dapat dicegah. Keamanan merupakan fungsi utama Grounding. Sistem grounding dirancang agar mereka benar-benar menyediakan fungsi keamanan yang



dibutuhkan.Grounding mempunyai beberapa fungsi lain namun keselamatan merupakan hal yang tidak bisa dikompromikan lagi.

Di bawah ini merupakan simbol umum pada Ground. Simbol pertama biasa disebut “earth ground” dan biasanya di gunakan pada chasis atau sambungan ground pengaman. Yang kedua dan ketiga dapat dipertukarkan walaupun kadang-kadang salah satu digunakan untuk ***analog*** dan yang satu digunakan untuk ***digital*** ground, istimewanya keduanya harus dipisah jika ada dalam satu sirkuit.



Gambar 17. Simbol grounding

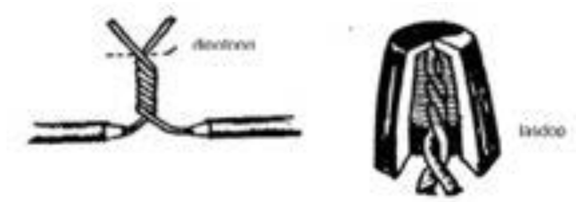
Dalam sistim elektronika kususnya sistem audio video ”. Ground berarti sebuah titik referensi umum atau tegangan potensial yang diibaratkan sebagai “tegangan nol”. Ground bersifat relatif, sehingga anda bisa memilih titik di mana saja dalam sirkuit untuk dijadikan Ground dan mereferensikan semua tegangan lain ke sana. Grounding juga mempunyai fungsi untuk menetralisir atau menghilangkan noise atau cacat yang ada pada sistem perangkat tersebut. Noise ini disebabkan oleh beberapa sebab diantaranya kualitas penyedia daya yang kurang baik, kualitas komponen yang tidak standar. Sistem grounding pada peralatan listrik maupun elektronika adalah kabel ketiga yang biasanya berwarna hijau dan dihubungkan pada chasis sehingga seluruh logam akan ada pada tegangan Ground, yang mana memberikan beberapa perlindungan dari frekuensi radio dan gangguan elektromagnetik lainnya.

2. Teknik Sambung

Menyambung kabel cara ekor babi (*pig tail*)

Sambungan ini digunakan untuk menyambung atau mencabangkan satu atau beberapa kabel pada satu titik. Penyambungan cara ini sering dijumpai pada kotak sambung dan umumnya dipasang "lasdop" sebagai pengikat dan sekaligus sebagai isolasi.

Bentuk sambungan ekor babi ditunjukkan seperti gambar dibawah ini:



Gambar 18. Sambungan kabel cara ekor babi (*pig tail*)

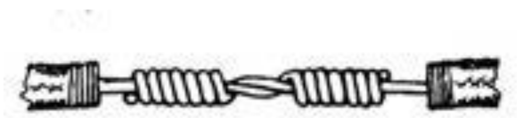
Menyambung kabel cara puntir

Sambungan ini digunakan untuk menyambung antara dua kabel yang berbentuk satu garis lurus .

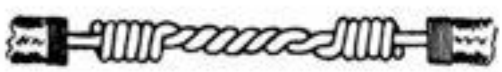
Menyambung cara puntir ini dibedakan menjadi dua jenis yaitu sambungan bell hangers dan sambungan western union. Perbedaan dari kedua bentuk sambungan puntir tersebut terletak pada jumlah puntirannya, sedangkan cara menyambungnya adalah sama. Sambungan ini digunakan untuk menyambung kabel yang kurang panjang. Penyambungan cara ini sering dijumpai pada pekerjaan instalasi penerangan dalam rumah.

Bentuk sambungan ditunjukkan seperti gambar dibawah ini:

a. bentuk sambungan puntir Bell hangers,



b. bentuk sambungan puntir Western union,



Gambar 19 . Sambungan kabel cara puntir

Menyambung kabel cara bolak balik (Turn Back)

Menyambung cara bolak balik ini dimaksudkan untuk mendapatkan sambungan yang lebih kuat terhadap rentangan maupun tarikan.

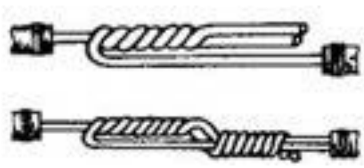
Umumnya kabel yang digunakan untuk sambungan ini adalah kabel dengan penampang 4 mm2 karena mudah ditekuk dan dipuntir dengan tangan.



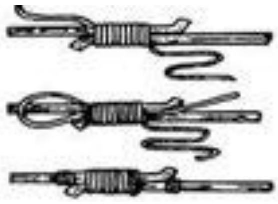
Untuk kabel yang ukuran lebih besar dilakukan dengan cara sambungan bolak balik “Britannia“ atau dengan model sambungan “Scarf“.

Bentuk sambungan ditunjukkan seperti gambar dibawah ini:

a. Bentuk sambungan bolak balik.



b. Bentuk sambungan Britannia.



c. Bentuk sambungan Scarf.

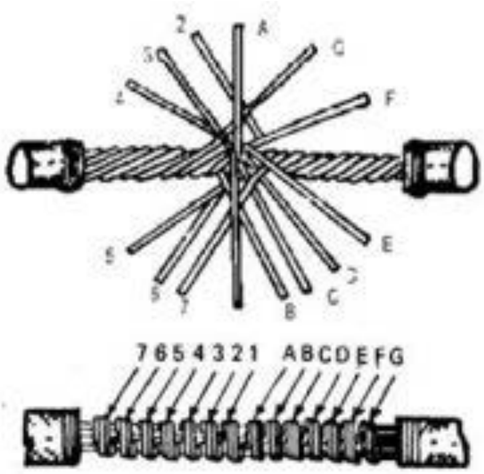


Gambar 20. Sambungan kabel cara bolak balik (Turn Back)

Menyambung kabel bernadi banyak

Menyambung kabel bernadi banyak tidak bisa dilakukan dengan cara-cara menyambung kabel bernadi tunggal seperti yang dipraktekkan diatas, sebab hasilnya tidak akan bagus dan tidak rapi. Untuk itu perlu cara khusus yaitu dengan menganyam sesuai dengan arah alurnya atau yang lebih dikenal dengan cara “Single Wrapped Cable Spice”.

Bentuk sambungan kabel bernadi banyak ditunjukkan seperti gambar dibawah ini:



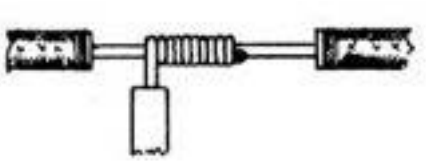
Gambar 21. Sambungan kabel bernadi banyak

Mencabang kabel datar (Plain joint)

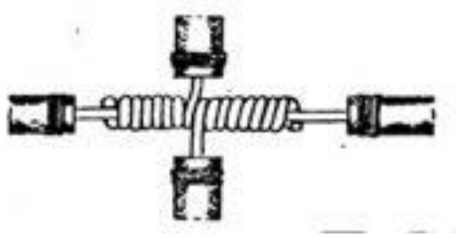
Pada hantaran yang panjang, misalnya antara rol-rol sekat dapat dilakukan pencabangan tanpa harus memutus kabel utamanya, melainkan hanya dikupas kabelnya sepanjang kebutuhan. Bentuk pencabangan datar ini bisa untuk cabang tunggal (Single Plain joint) atau bisa juga dalam bentuk cabang ganda (Cross Plain Joint).

Bentuk pencabangan kabel ditunjukkan seperti gambar dibawah ini:

a. bentuk cabang tunggal (Single Plain joint).



b. bentuk cabang silang empat (Cross Joint).



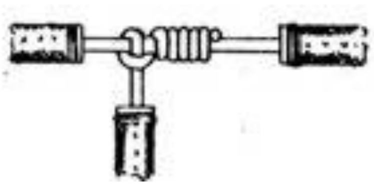
Gambar 22. Cabang kabel datar (Plain joint)

Memcabang kabel simpul (Knotted tap joint)

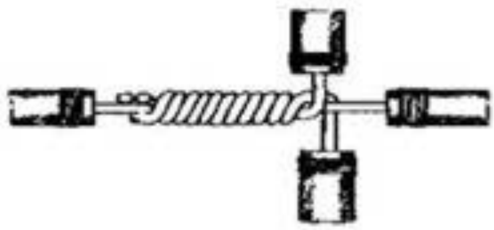
Pencabangan kabel dengan cara ini akan menghasilkan jenis pencabangan kabel datar yang lebih kuat. Untuk itu bentuknya hampir menyerupai pencabangan datar. Bentuk pencabangan datar ini bisa untuk cabang simpul tunggal atau bisa juga dalam bentuk cabang simpul ganda.

Bentuk pencabangan kabel ditunjukkan seperti gambar dibawah ini:

a. Bentuk cabang simpul tunggal



b. bentuk cabang simpul ganda



Gambar 23. Cabang kabel simpul (Knotted tap joint)



3. Papan Rangkaian Tercetak (PRT)

Papan Rangkaian Tercetak (PRT) atau sering juga disebut PCB (*Printed Circuit Board*) merupakan papan pemasangan komponen elektronika yang jalur hubungannya menggunakan papan berlapis tembaga. Pembentukan jalur PCB dilakukan dengan cara *etching* (pelarutan), dimana sebagian tembaga dilepaskan secara kimia dari suatu papan lapis tembaga kosong (blangko). Tembaga yang tersisa beserta alasnya itulah yang akan membentuk jalur pengawatan PCB.

Papan Berlapis Tembaga

Papan berlapis tembaga disebut juga *Cupper Clade Board*. Pembuatan papan berlapis tembaga dilakukan dengan cara laminasi yaitu melekatkan lembaran tipis tembaga dengan ketebalan 0,0014 inchi sampai dengan 0,0042 inchi di atas substrat atau alas. Substrat terbuat dari bahan *Phenolik* atau bahan serat gelas (*fibre glass*). Papan rangkaian yang terbuat dari bahan Phenolik tidak boleh digunakan pada frekuensi di atas 10 MHZ, karena akan mengakibatkan kerugian signal. Papan *Phenolik* biasanya berwarna coklat. Papan rangkaian yang terbuat dari bahan serat gelas mampu menangani frekuensi sampai dengan 40 MHz. Papan ini mempunyai warna kehijauan dan semi transparan.

Langkah-langkah Membuat PCB

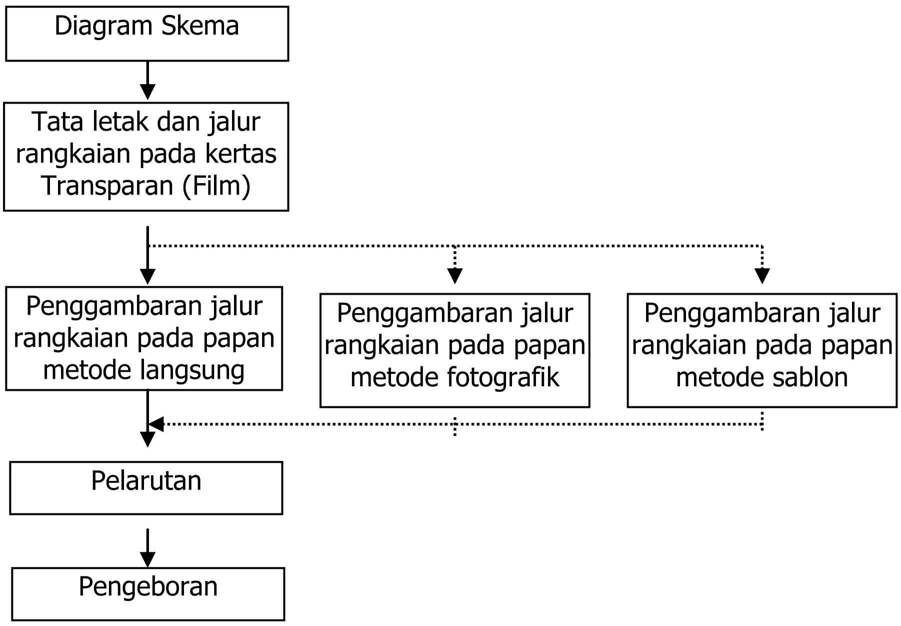
Pembuatan PCB diawali dengan merancang tata letak dan jalur rangkaian berdasarkan diagram skema. Untuk mempermudah dalam merancang tata letak digunakan kertas grid. Tata letak yang dihasilkan kemudian digunakan untuk merancang jalur rangkaian dengan menggunakan kertas trasparan. Caranya yaitu dengan meletakan kertas transparan (tembus cahaya) di atas gambar tata letak kemudian gambar jalur rangkaian. Selain kertas transparan dapat digunakan kertas kalkir atau plastik transparasi untuk OHP. Gambar jalur rangkaian pada kertas transparan ini dapat disebut sebagai *film*. Disebut film positip jika gambar jalur rangkaian dibuat hitam . Disebut film negatif jika

yang dihitamkan adalah dasarnya, sedang yang bening sebagai jalur rangkaian-nya.

Gambar jalur rangkaian pada kertas transparan (*film*) kemudian disalin ke atas papan lapis tembaga kosong. Penyalinan ini dapat dipilih salah satu diantara tiga metode, yaitu metode gambar langsung, metode fotografik atau metode sablon.

Metode gambar langsung, jalur rangkaian digambar langsung di atas bahan papan lapis tembaga kosong dengan menggunakan tinta / cat atau bahan tempel yang tahan (*resist*) terhadap cairan pelarut.

Langkah-langkah pembuatan papan rangkaian tercetak ditunjukan dalam Gambar 24 di bawah.



Gambar 24. Blok Diagram Pembuatan PCB

Pada metode fotografik, gambar jalur rangkaian pada film (kertas tembus cahaya) diletakan di atas papan lapis tembaga kosong yang sudah dipekacahayakan (dilapisi bahan *foto resist*). Kemudian secara fotografi, papan beserta film disinari (*ekspose*) untuk memindahkan bayangan gambar jalur rangkaian ke atas papan lapis tembaga kosong.

Pada metode sablon, gambar jalur rangkaian pada film (kertas tembus cahaya) dipindahkan ke *screen* yang kemudian digunakan



untuk membuat gambar jalur rangkaian pada papan lapis tembaga kosong.

Gambar jalur rangkaian pada papan lapis tembaga difungsikan sebagai bahan pelindung (resist). Setelah pelarutan dengan cairan pelarut yang disebut etchant, semua lembaran tembaga kecuali yang tertutup atau tergambar oleh bahan resist akan dilarutkan. Hasilnya merupakan jalur rangkaian yang tertinggal pada bahan alas

Langkah selanjutnya adalah membersihkan PCB dari bahan pelarut tembaga maupun bahan gambar kemudian dikeringkan. Setelah PCB kering, dilakukan pengeboran atau pembuatan lubang-lubang kaki komponen serta penyelesaian akhir pembuatan PCB.

Struktur Kerja / Materi

Struktur kerja pembuatan papan rangkaian tercetak adalah sebagai berikut :

1) Menyiapkan Gambar

   Fotokopilah gambar tata letak dan jalur rangkaian yang telah dibuat. Gambar hasil fotokopi yang akan digunakan, sedang gambar aslinya disimpan sebagai master dan dapat digunakan lagi pada masa mendatang. Digunakan gambar fotokopi karena gambar akan rusak setelah digunakan untuk menandai titik-titik bantalan.

2) Menyiapkan Papan Lapis Tembaga Kosong
   a) Potonglah papan lapis tembaga kosong sesuai dengan ukuran akhir, tapi beberapa orang lebih suka memotongnya lebih besar dan memotongnya lagi setelah pelarutan. Pinggiran yang kasar diratakan dengan kikir.
   b) Bersihkan permukaan papan lapis tembaga.
   c) Permukaan papan lapis tembaga kosong harus bersih dari segala bentuk minyak, gemuk dan semacamnya agar pelarutan dapat dilakukan dengan berhasil.

   Cara pembersihannya adalah sebagai berikut:

   a) Basahi permukaan tembaga dengan air yang mengalir

b) Bubuhkan bubuk gosok secukupnya diatas permukaan tembaga.

c) Dengan kain halus atau kertas pembersih, gosoklah pada seluruh permukaan tembaga sampai cukup mengkilap. Jangan menggosok terlalu keras karena bisa merusakan lapisan tembaga.

d) Sesudah digosok, bersihkan di bawah air mengalir.Apabila papan telah bersih dari minyak dan oksida maka air akan mengalir keseluruh permukaannya. Bila masih ada kontaminasi / minyak, air akan menghindari daerah ini. Setelah bersih jangan lagi menyentuh permukaan tembaga dengan tangan, lemak-lemak pada badan akan berkontaminasi dengan permukaan papan. Mulai sekarang untuk menanganinya dengan memegang tepinya.

e) Bersihkan air pada permukaan papan dengan meletakannya secara berdiri dan biarkan air mengalir ke bawah atau keringkan dengan kain yang bersih.

3) Membuat Tanda Titik Bantalan

Letakan salinan tata letak / jalur (fotokopi) di atas papan lapis tembaga kosong yang sudah dipotong dengan ukuran yang sama dan ditahan dengan pita perekat. Ketoklah titik-titik pada salinan tata letak / jalur dengan penitik. Perlu diperhatikan pada saat menitik jangan diketok terlalu keras karena bisa menyebabkan pecahnya papan.

Tanda titik hanya sekedar menandai bahwa pada titik tersebut akan dibuat bulatan bantalan. Setelah semua tanda titik diketok maka salinan tata letak / jalur (fotokopi) dilepaskan.

4) Membuat Bulatan Bantalan dan Jalur

Pembuatan bulatan bantalan dan jalur rangkaian dapat menggunakan bermacam-macam bahan resist dan metoda. Pemilihan bahan dan metode disesuikan dengan anggaran dan ketrampilan dalam menggambar. Hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan adalah tersedianya bahan penghapus bahan resist. Penghapus digunakan untuk pembenahan apabila

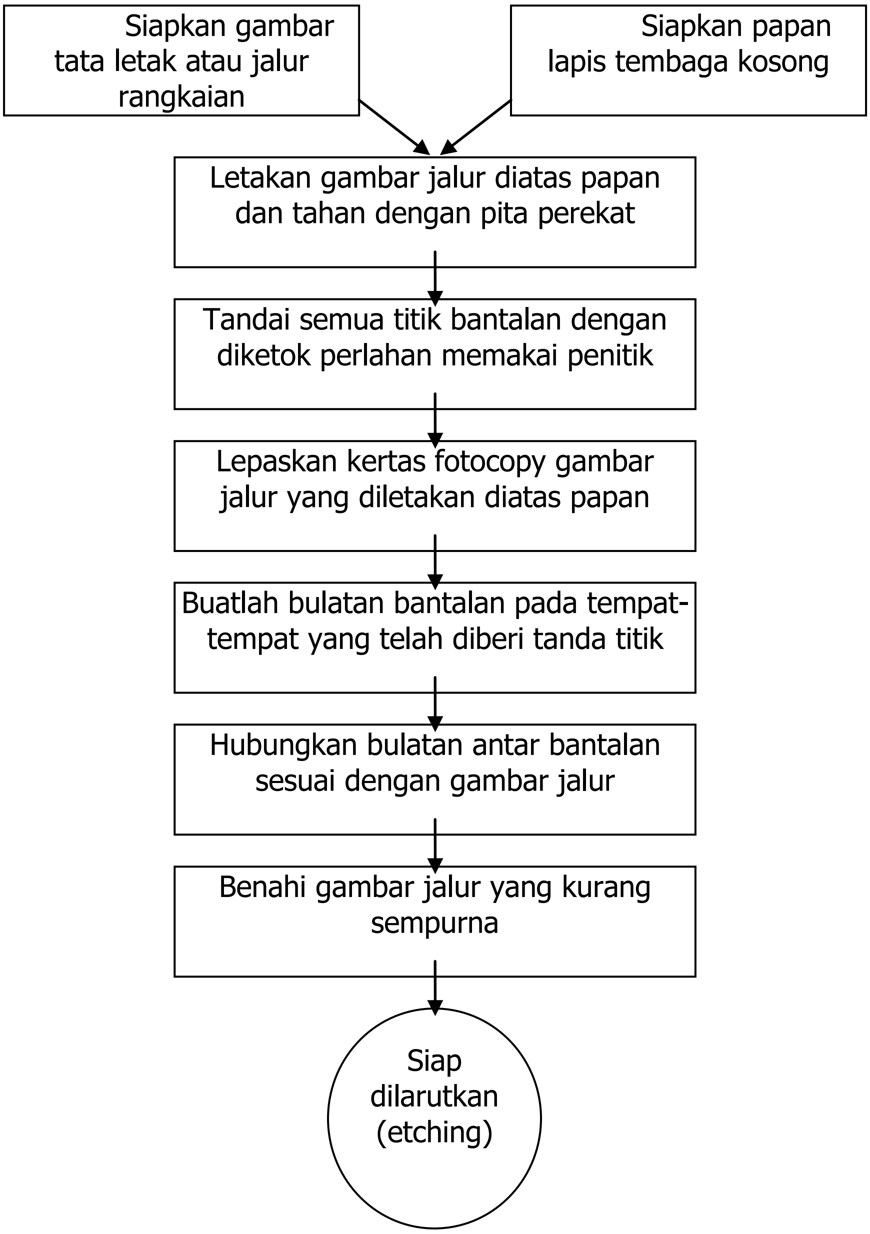


terjadi kesalahan dan diperlukan sesudah pelarutan, karena sebelum dilakukan penyolderan resist harus dihapus dahulu.

Metode yang digunakan di sesuaikan dengan bahan. Metode cap menggunakan bahan tinta pelindung (*resist ink*). Metode tempel menggunakan pola-pola resist yang di pindahkan, misalya bahan rugos. Metode gambar langsung menggunakan pena dengan tinta resist / spidol permanen. Metode - metode diatas bisa digunakan secara saling melengkapi.

5) Sentuhan Akhir

Periksa gambar yang telah dibuat, apakah gambar telah sama dengan gambar master atau belum. Struktur kerja atau langkah kerja pembuatan papan rangkaian tercetak dapat dijelaskan dengan menggunakan Gambar 25 di bawah.



Gambar 25. Struktur Kerja Pembuatan PCB Metode Gambar Langsung

4. Teknik *soldering desoldering*

Menyolder adalah proses membuat sambungan logam secara listrik dan mekanis menggunakan logam tertentu (timah) dengan menggabung-kannya dengan alat khusus (solder). Alat ini berfungsi untuk memanaskan sambungan pada suhu tertentu. Solder memiliki sebuah elemen pemanas yang menghasilkan panas. Pada ujung elemen

pemanas terdapat “bit”, bagian inilah yang memegang peran penting dalam pemanasan dan penyolderan.



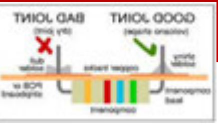
Gambar 26 Solder listrik

Bagian pada elemen pemanasan dapat mencapai suhu 190 ^{0}C dan bagian “bit” dapat mencapai 250 ^{0}C. Agar tidak menimbulkan kerusakan pada komponen atau kerusakan pada jalur PCB sebaiknya proses penyolderan dilakukan tidak terlalu lama. Juga dipilih solder maupun timah solder yang sesuai misalnya daya solder 25 W. Untuk menyolder komponen yang tidak tahan panas sebaiknya dilengkapi dengan alat penetral panas (heat sink) pada kaki komponen yang disolder. Disamping itu apabila lalai dalam penggunaan dapat menyebabkan terjadinya luka bakar yang cukup serius. Untuk mencegah hal ini, sebaiknya solder ditaruh pada penyangga solder apabila tidak digunakan untuk beberapa saat. Selain itu untuk membersihkan bit (ujung solder) perlu menggunakan busa.



Gambar 27 Penyangga solder

Solder memiliki berbagai macam jenis dari mulai berdaya 15 W sampai dengan beberapa ratus watt. Keuntungan solder berdaya besar ialah panas dapat cepat mengalir pada sambungan sehingga sambungan dapat cepat dibuat. Ini penting ketika kita akan menyolder pada bagian permukaan logam yang besar. Namun tidak diperkenankan bila



digunakan pada peralatan elektronika yang sangat rentan terhadap panas yang berlebihan.

Solder yang umum digunakan untuk keperluan di bengkel elektronika adalah solder dengan daya yang rendah berkisar antara 25 W.

Dalam pekerjaan menyolder kualitas penyolderan yang diharapkan haruslah memenuhi kriteria seperti berikut:

- Daya hantar listrik yang baik
- Mempunyai ketahanan mekanik
- Daya hantar panas yang baik
- Mudah dibuat
- Mudah diperbaiki
- Mudah diamati

1. Bahaya Menyolder

Hampir semua kegiatan kerja praktek dibengkel maupun dilapangan beresiko kecelakaan dan gangguan kesehatan. Demikian juga dalam pengerjaan penyolderan seberapapun kecilnya kecelakan tetap ada dan itu haruslah dilakukan tindakan pencegahannya. Karena kecelakaan kerja merupakan suatu kerugian baik terhadap manusia, alat kerja, bahan dan lingkungan kerja.

Ada tiga jenis kecelakaan dalam melakukan penyolderan, yaitu : kecelakaan karena ***panas***, karena ***sengatan listrik***(*electric schoc*), dan karena ***keracunan bahan kimia***.

Kecelakaan karena panas: Yaitu kecelakaan yang ditimbulkan dari pemanasan baut solder dan timah solder, Untuk tindakan pencegahannya yaitu, memakai pakaian kerja yang benar(memakai apron, sarung tangan-kulit dan sepatu kerja(*booth*).

Sebagai tindakan untuk mencegah terjadinya bahaya api/panas, jauhkan benda-benda yang mudah terbakar/menyala (seperti : kertas, kain, oli, minyak, gas dan bahan-bahan ekplosip lainnya) dari dekat lingkungan kerja. Selalu tersedia tabung pemadam kebakaran (fire extinguiser) yang berisi penuh dan siap pakai, mudah terlihat dan mudah diraih.



Kecelakaan karena sengatan listrik: yaitu kecelakaan akibat hubungan pendek(*elektric short*), akibatnya akan menimbulkan kerusakan pisik maupun psikis bagi seseorang, kerusakan alat dan kerusakan pekerjaan. Pencegahan kecelakaan akibat listrik, yaitu kita harus berhati-hati memeriksa keadaan instalasi maaupun paralatan listrik jangan sampai terjadi kebocoran (*uninsulation*) pada jaringan listrik, selalu mengikuti aturan/prosedur pemasangan listrik yang benar. Apabila dijumpai kebocoran pada sambungan kabel segera diisolasi dengan bahan dan cara yang benar. Bila ada sambungan (*conecting-screw)* yang longgar atau lepas, segera kencangkan dengan alat yang benar dan aman.

Kecelakaan karena keracunan: Kecelakaan ini diakibatkan karena kontaminasi bahan-bahan kimia beracun (*poison mater*) yang berasal dari logam dasar (*base metal*) dari bahan solder terlebih lagi dari bahan tambah (*fluxes*). Bahan-bahan berbahaya ini berupa uap solder, cairan, serbuk atau pasta, apabila terhirup, terkena anggota badan secara langsung maka akan menimbulkan akibat yang patal.

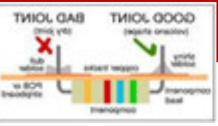
Sebagai upaya pencegahan kecelakaan terhadap keracunan, yaitu kita selalu berupaya melindungi anggota badan dengan peralatan yang sesuai dan standar dan bertindak hati-hati dan waspada. Perlu diperhatikan pula tidak hanya kita yang bekerja langsung tetapi orang lain yang tidak terlibat langsung harus terlindungi, yaitu dengan memasang perhatian atau tanda-tanda daerah berbahaya.

Sebelum memulai melakukan penyolderan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menyolder :

- Jangan pernah menyentuh ujung solder karena panasnya bisa mencapai 400 º C
- Bekerja pada ruang yang berventelasi cukup baik
- Hindari menghirup asap hasil solderan
- Cuci tangan setelah memakai solder karena timah mengandung zat yang berbahaya.

2. Timah Solder dan Bahan Tambah Menyolder

Timah solder adalah bahan logam yang digunakan untuk merekatkan sambungan antar komponen. Timah solder terdiri dari campuran dari



Tin dan *Lead* (timah hitam). Campuran umum yang biasa digunakan adalah 60% Tin dan 40% Lead dengan titik leleh 190 ^{0}C



Gambar 28. Timah solder

Tabel di bawah ini menampilkan berbagai perbandingan campuran lain disertai suhu lelehnya.

Tabel 10. Bahan timah solder dan suhu lelehnya

Tin/Lead	Titik Leleh (^{0}C)
40/60	230
50/50	214
60/40	190
63/37	183
95/5	224

Melapisi permukaan ujung solder dengan timah biasa disebut dengan istilah ***'tinning'***

Penimahan (*tinning*) ini sangat perlu terutama untuk-baut-solder yang baru, gunanya agar timah patri mudah melekat pada ujung baut solder. Untuk menghasilkan pekerjaan yang baik penimahan harus mengikuti prosedur yang benar agar timah patri sebagai bahan penyambung dapat melekat pada permukaan ujung baut-solder.

Langkah-langkah melakukan penimahan adalah sebagai berikut :

- Siapkan perlengkapan yang diperlukan untuk melakukan tinning, seperti; alat pemanas, kikir kasar dan kikir sedang, cairan air keras (NHCl), resin (arpus), dan bila perlu lap kain-pernel atau majun



- Bersihkan permukaan ujung kepala-baut solder dengan kikir hingga rata dan halus
- Bersihkan serbuk bekas kikir sampai bersih dengan kain atau majun
- Panaskan kepala-baut solder sampai kira-kira 170o C (berwar merah kelabu)
- Celupkan pada larutan air-keras atau arpus
- Gosokan pada timah padat sampai timahnya mencair danmelekat dengan rata pada seluruh permukaan ujung kepala baut-solder
- Bersihkan kembali permukaan kepala baut-solder dengan majun
- Selanjutnya kita coba hasil penimahan tersebut dengan memanaskan kembali baut-solder sampai kira-kira 210o C
- Gosokan kembali pada timah dingin, apabila cairan timah melekat pada seluruh permukaan kepala baut-solder itu berarti pekerjaan penimahan(*tinning*) berhasil. Akan tetapi bila tidak tandanya tidak/belum maka pekerjaan penimahan itu harus diulang sampai berhasil.

Timah

Timah atau timah putih, tahan terhadap pengaruh oksidasi udara, bahan ini lebih keras dari timah hitam,agak kenyal sehingga dapat dibuat dalam bentuk timah kawat. Timah tidak rusak oleh air maupui udara, maka logam ini sangat baik dipakai sebagai logam pelindung atau pembungkus (*coating*), akan tetapi bila dengan air laut terjadi pembentukan timah chlorida.

Timah hitam atau **timbel**

Timah hitam berwarna abu-abu terang dalam udara terbuka warnanya menjadi gelap. Logam ini sangat lunak dan kenyal mudah sekali dibentuk.

Meskipun timah hitam dalam keadaan murni sangat lembek, namun dengan menambahkan paduan unsur yang lain seperti : antimon, arsen, tembaga dan seng, dapat menjadi lebih keras.

Selain lunak timah hitam adalah satu satunya logam berat yang mempunyai suhu cair yang rendah dan kepadatan yang tinggi. Dengan kepadatan yang tinggi ini maka logam ini banyak digunakan untuk pelindung radiasi seperti pada sinar-X dan energi nuklir.

Paduan timah dan timah hitam

Dalam penyolderan biasanya digunakan campuran antara timah murni dengan timah hitam dengan kadar campuran sesuai dengan titik leleh seperti ditunjukkan pada tabel diatas. Untuk keperluan penyolderan untuk peralatan elektronik digunakan timah dengan campuran 60/40 dengan titik leleh 190 ^{0}C dan biasanya berbentuk kawat bulat dengan diameter 0.8 mm. Didalam kawat timah tersebut diisi dengan bahan tambah (pasta, arpus, flux) ini dimaksudkan untuk mempermudah proses penyolderan dengan hasil yang baik.

Ada beberapa jenis timah yang digunakan untuk menyolder sesuai kebutuhannya seperti ditunjukkan pada gambar.



Gambar 29 Macam-macam bentuk timah solder

Bahan tambah (flux, pasta, air keras)

Dalam prakteknya untuk penyolderan dibutuhkan bahan tambah(*fluxes*) yang berfungsi untuk membersihkan permukaan logam yang akan disambung dari kotoran terutama yang bersifat kimia sehingga cairan patri meresap pada kedua sisi permukaan logam.

Bahan tambah berupa **resin** (Arpus), banyak dipakai sebagai bahan tambah pada industri elektronika. Resin berasal dari penorehan getah pohon pinus kualitasnya dilihat dari warnanya, dikenal sebagai air putih (*white water*)





Gambar 30 Flux untuk segala penyolderan

Disamping resin ada juga jenis bahan tambah lainnya diantaranya :

Asam organik ,asam amino dan asam halogen

3. **Peralatan Menyolder/mematri**
   - Baut solder (*soldering iron*)
   - Dapur atau kompor pemanas (soldering torch)
   - Meja patri atau bantalan patri

Baut solder

Baut solder merupakan alat utama untuk pekerjan menyolder/mematri, terdiri dari bagian-bagian

- Kepala-baut solder (iron tip)
- Gagang/Pegangan (*handle)*

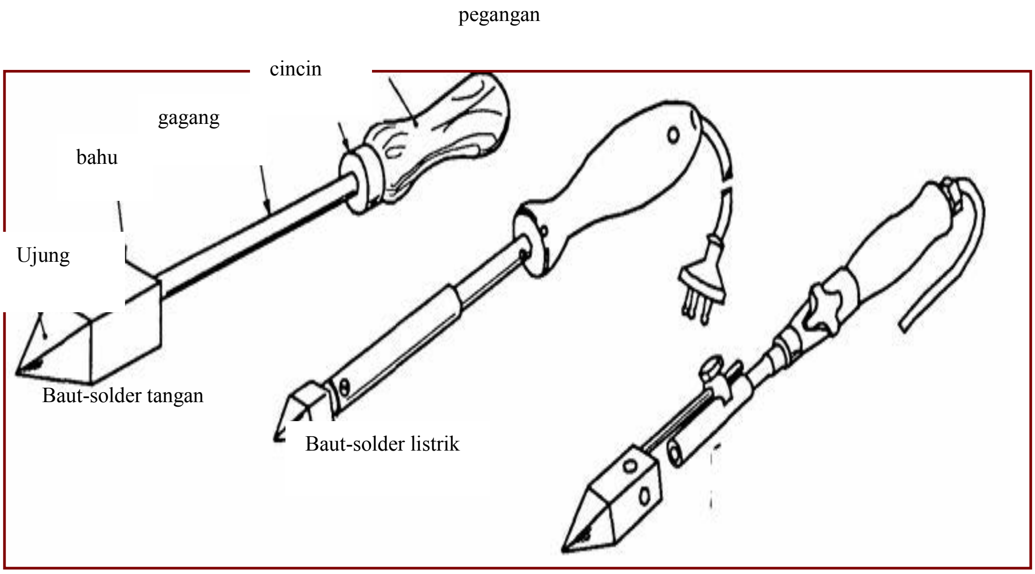
Iron Tip/ujung solder menghubungkan dan menyalurkan panas dari elemen pemanas ke sambungan. Pada "tip" solder, umumnya terbuat dari tembaga atau campuran tembaga karena kecapatan menyalurkan panas yang tinggi (konduktif). Kekonduktifan tip akan mempengaruhi energi panas yang dikirim dari elemen pemanas.

Baik bentuk geometri maupun ukuran tip solder akan mempengaruhi performa dari solder itu sendiri. Karakter dari tip dan kemampuan elemen pemanas akan mempengaruhi efesiensi dari sistem penyolderan. Panjang dan ukuran tip akan mempengaruhi aliran panas sedangkan bentuknyapun mempengaruhi seberapa baik panas tersebut disalurkan ke sambungan.

Pegangan atau gagang baut-solder dibuat dari kayu atau bahan lain yang tidak menghantar panas seperti plastik dan lain-lain.

Dalam pemakian sehari-hari dapat kita jumpai dua jenis solder yaitu : Solder tangan (hand solder) dan solder listrik (electric solder)

Pada gambar 31 ditunjukkan macam-macam bentuk baut solder

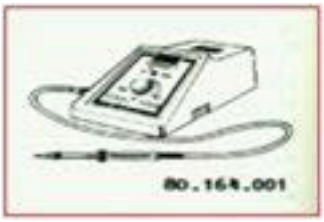


Gambar 6 Macam –macam baut solder

Untuk pekerjaan pekerjaan dibengkel listrik/elektronik yang digunakan adalah jenis solder listrik (electric solder) dengan model dan ukuran yang berbeda-beda.

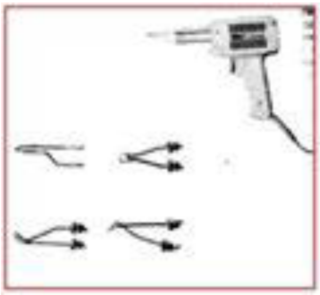
Macam-macam model/bentuk kepala baut solder listrik disesuaikan dengan kebutuhan, dan jenis pekerjannnya

Biasanya ukuran baut-solder listrik dinyatakan dalam *Watt*, sedangkan modelnya ada yang tetap ditempat dan dilengkapi asesoris yang lengkap. Model baut-solder ini banyak dipakai pada pekerjaan elektronik dan pekerjaan instrumentasi, model ini disebut baut-solder tetap (*soldering stasion)*



Gambar 32 Baut-solder-tetap

Ada juga jenis baut-solder model pistol (*solder iron gun*) banyak dipakai pada pekerjaan elektronik/listrik, pekerjaan instrumentasi, komonikasi dan servis kelistrikan otomotip. Model baut-solder ini banyak disukai karena praktis dan dapat dibawa dilapangan.



Gambar 33 Baut solder pistol

Selain itu ada yang lebih kecil lagi modelnya terutama sekali pada pekerjaan elektronik dan instrumentasi yaitu baut-solder mini (*mini quick*) dan pena solder (*soldering-pen*).



Gambar 34 Baut solder mini



Gambar 35 Baut solder pena

Model baut-solder listrik standar kapasitas panasnya ditentukan dalam satuan Watt, untuk pekerjaan di bengkel elektronik antara 25 s.d 200 Watt, sedangkan untuk pekerjaan agak besar (*heahy duty*) seperti yang digunakan pada pekerjaan industri pelat, menggunakan baut-solder kapasitasnya yang lebih besar yaitu antara : 325 s.d 450 Watt.



Gambar 36 Baut-solder listrik untuk pekerjaan biasa

Untuk pekerjaan industri yang pekerjaannya terus menerus dipakai model baut-solder untuk industri (*solder iron for industri and continious work)*



Gambar 37 Baut-solder untuk pekerjaan industri

4. Pemakaian solder

Dalam era globalisasi segala jenis produk industri manufaktur berkembang sangat pesat seiring dengan tuntutan permintaan pasar dan kemajuan industri. Persaingan yang sangat nyata(*signifikan*) yaitu pada kualitas produk, oleh karena itu, pada penyolderanpun dibutuhkan teknologi yang tinggi dan dikerjakan secara profesional.

Pemakaian peyolderan(soldering application) dikelompokkan menjadi :

Untuk pemakaian industri rumah tangga(home industri)

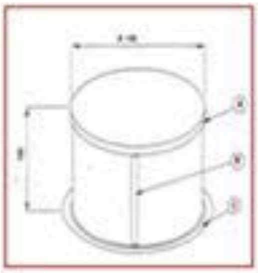
Untuk pemakaian industri kemasan ringan(light container)

Untuk pemakaian industri fabrikasi pelat tipis(*light sheet metal fabrication*)

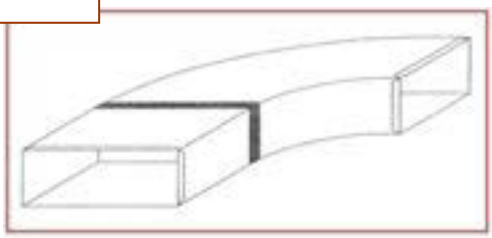
Untuk pemakaian industri elektronika,listrik, telekomunikasi dan intrumentasi.

Industri rumah tangga yaitu pembuatan perkakas dapur seperti tempat air, jolang dan alat masak lainnya. Pekerjaan talang(*guthering*) pada saluran air diatas atap.

Keterangan
A,B dan C Disolder



Gambar.38 Tempat air



Gambar.39 Pipa saluran(Ducting)

Industri kemasan ringan, seperti untuk pembuatan kemasan makanan, minuman, oli dan sebagainnya.

Industri fabrikasi pelat tipis, meliputi pekerjaan pembuatan pipa saluran(*ducting*) dengan menggunakan bahan pelat baja lapis seng(BJLS) pelat aluminium,.pelat baja tahan karat

Industri elektronika



Pekerjaan penyolderan merupakan pekerjaan yang sangat vital dan dominan pada industri elektronika. Seperti pada penyolderan komponen ke jalur PCB, penyambungan kabel-kabel dengan komponen diluar PCB. Produk elektronika sekarang sangat modern dengan menggunakan komponen dalam ukuran yang sangat kecil dan sangat rumit seperti pada chip IC maupun komponen semikonduktor lainnya.

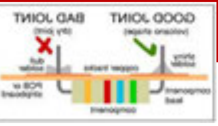
Pekerjaan patri di industri dilakukan secara manual maupun otomatis, tergantung pada jenis dan jumlah pekerjannya. Pekerjaan yang jumlahnya relatip kecil atau pekerejaan perbaikan, penyolderan dikerjakan dengan cara manual. Akan tetapi bila pekerjaannya dalam jumlah yang banyak dan bentuknya seragam serta berlangsung terus-menerus menggunakan sistim ban berjalan (*conveyor*), penyolderan dengan cara semi-otomstis, otomatis-penuh bahkan dengan cara robot seperti yang dilakukan pada industri elektronika.

5. Kualitas Hasil Solder

Agar penyolderan menghasilkan produk yang berkualitas sesuai persyaratan di industri, maka haruslah melalui tahapan tahapan proses yang benar.

Prosedur proses penyolderan adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan peralatan atau komponen yang akan disolder
- Menyiapkan peralatan untuk menyolder
- Memilih bahan solder
- Membersihkan bagian yang akan disolder
- Memanaskan baut solder sampai suhu yang cukup
- Memanaskan bahan solder (timah) pada permukaan ujung baut solder secukupnya
- Melakukan penyolderan pada komponen yang telah disiapkan
- Memeriksa hasil penyolderan

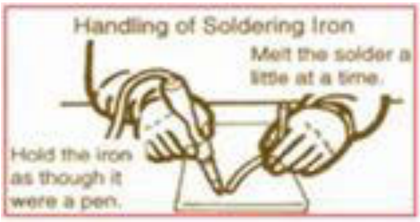


Persiapan Menyoder

- Tempatkan solder pada tempatnya dan hubungkan jack solder kesumber tegangan listrik (stop kontak). Solder membutuhkan waktu beberapa menit untuk mendapatkan panas yang diinginkan (± 400 º C)
- Anda bisa memeriksa panas dengan melelehkan timah diujung solder, setelah itu timah dapat dibersihkan dengan spon atau busa yang agak basah.

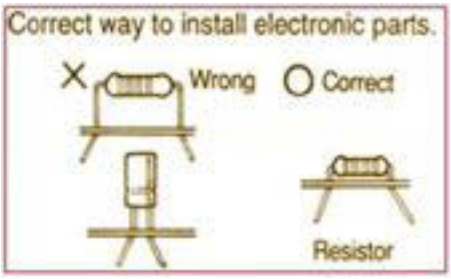
Memulai Menyolder

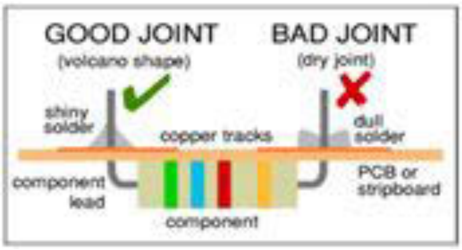
- Pegang soder seperti memegang pinsil pada bagian pegangan (handle) solder. Selalu diingat untuk tidak memegang bagian panas yang lain.



Gambar 40 Cara menyolder

- Sentuhkan ujung soder ke media penyolderan (PCB) lalu tahan beberapa detik dan langsung tempelkan timah diujung soder sehingga timah meleleh pada komponen yang akan disoder.
- Angkat solder beserta timah sehingga solderan terbentuk dan diamkan beberapa saat.





Gambar 41 Pemasangan komponen   Gambar 42 Hasil solderan



- Perhatikan hasilnya; hasil yang baik jika solderan berkilau/mengkilap dan membentuk kerucut. Jika tidak anda perlu memanaskan dan membentuknya lagi.
-

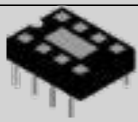
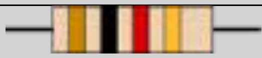
Menggunakan Heat Sink.

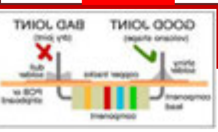
Beberapa Komponen seperti transistor bisa saja rusak karena terlalu panas saat menyolder. Untuk menghindari kerusakan tersebut sebaiknya meggunakan peredam panas (heat sink) yang dijepitkan diantara kali komponen dengan titik penyolderan. Jepit Buaya standar dapat digunakan sebagai heat sink untuk melaksanakan penyolderan .

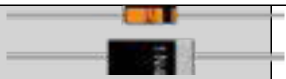
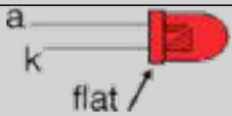
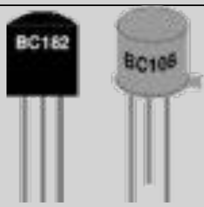


Gambar 43 Jepit buaya

Tabel 11. Urutan penyolderan beberapa jenis komponen yang baik adalah :

No	Komponen	Gambar	Keterangan
1	Tempat IC (soket)		• Pastikan Sambungkan sesuai urutan kaki IC yang benar • Jangan pasang Chip IC terlebih dahulu.
2	**<u>Resistors</u>**		Tidak ada perhatian khusus yang dibutuhkan.
3	Kapasitor non elko (< 1μF)		Bisa dipasang dengan kaki terbolak balik Hati hati dengan kapasitor polyster karena tidak tahan panas.
4	<u>Elektrolit Kapasitor</u>(> 1μF)		**Pasangkan pada kaki yang tepat biasanya ditandai dengan + dan -**



5	**Dioda**		**Pasangkan pada kaki yang tepat** (Biasanya Katoda ditandai dengan gelang warna putih) Hati hati dengan dioda germanium karena tiidak tahan panas.
6	**LED**		**Pasangkan pada kaki yang tepat** Biasanya kaki katoda (-) lebih pendek dari kaki anoda (+).
7	Transistor		Pasangkan pada kaki yang tepat Hati-hati memasangkan karena jarak antar kaki sempit dan tidak tahan panas.
8	Sambungan kabel	 single core wire	Gunakan kawat tunggal dengan lapisan plastik
9	Klip Baterai, buzzers dan bagian lain yang memiliki kabel sendiri		Pasangkan dengan hubungan yang tepat
10	Kabel yang menyatu pada PCB termasuk saklar,	 stranded wire	Gunakan kawat beruntai yang lebih fleksibel/lentur . Jangan gunakan kawat tunggal karena bisa patah

	variable resistor dan speaker		jika sering bergerak.
11	Chip (IC)		Pasangkan IC pada tempatnya dengan benar. Hati-hati memasukkan kaki IC ke soketnya dan pastikan semua kakinya sudah masuk kemudian ditekan kedalam dengan ibu jari.

6. Desoldering

Suatu saat Anda mungkin ingin agar hasil sambungan solder bisa dilepas/dipisahkan atau kita ingin mengatur posisi kabel maupun komponen, untuk itulah kita perlu melakukan kegiatan yang disebut *Desoldering.*



Gambar 44 Penyedot timah/atractor

Ada dua cara untuk melakukannya yaitu :

a. Memakai *Attracktor* (Penyedot Timah)

- Tekan pompa/pegas sampai terkunci
- Setelah sambaungan dipa-naskan dengan solder dan timahnya mencair, Arahkan ujung Atraktor ke titik sambungan .
- Tekan tombol untuk melepaskan pegas sehingga menyedot timah yang telah cair tadi ke dalam Atraktor
- Ulangi cara di atas untuk menghilangkan atau membersihkan sisa timah yang masih menempel pada sambungan

- Atraktor mungkin perlu dikosongkan isinya dengan membuka sekrup jika sudah penuh

b. Memakai *Solder Remover Wick* (Pita Tembaga)



Gambar 45 pita tembaga

- Arahkan pita tembaga ke arah sambungan beserta ujung solder yang sudah panas
- Seketika timah meleleh, dan timah tersebut akan langsung tertarik ke pita tembaga
- Angkat pita tembaga terlebih dahulu baru kemudian solder juga diangkat.
- Potong dan buang ujung pita tembaga yang terkena timah .
- Ulangi cara di atas untuk menghilangkan atau membersihkan sisa timah yang masih menempel pada sambungan

Setelah menghilangkan hampir seluruh timah dari sambungan, Anda bisa melepas atau membetulkan kabel atau komponen dari papan PCB . Jika sambungan tidak mudah terpisah, coba untuk memanaskan sambungan lagi dengan solder, lalu tarik kabel atau komponen tersebut begitu timah meleleh.

Hati-hati karena panas dapat merambat melalui komponen sehingga dapat membakar tangan Anda sendiri.

7. Pertolongan Pertama Akibat Terbakar

Pada umumnya kecelakaan pada waktu menyolder biasanya tidak terlalu parah dan pengobatannya pun tergolong mudah :

- <u>Secepatnya dinginkan bagian tubuh yang terbakar dengan air dingin .</u> Diamkan bagian yang terbakar untuk selang waktu 5 menit (disarankan 15 menit). Jika es ada mungkin bisa lebih membantu., tapi janggan sampai terlambat mendinginkan dengan air dingin.
- <u>Jangan oleskan salep maupun krim.</u>

Luka akan cepat sembuh tanpa diberi salep maupun krim. Kain kering akan berguna, misalnya sapu tangan untuk menutupi luka dari lingkungan kotor.

- Cari bantuan medis jika luka yang timbul cukup luas.

Yang perlu dilakukan untuk mencegah resiko terbakar:

- Selalu tempatkan solder pada tempatnya sehabis melakukan penyolderan
- Biarkan sambungan agar dingin selama beberapa saat sebelum disentuh
- Jangan pernah sekalipun menyentuh ujung solder kecuali jika anda yakin bahwa solder dalam keadaan dingin.

c. Rangkuman

1. Teknik Kabel

Berdasarkan fungsinya kabel dapat digunakan sebagai :

- Penghantar arus listrik tenaga (Power Cable)
- Penghantar arus listrik data dan informasi

Penghantar arus listrik tenaga (Power Cable) diantaranya jenis NYA, NYAF, NYM, NYMHY, NYY, NYFGBY dll. Kode pengenal dari masing masing kabel tersebut memiliki arti yang berbeda sebagai contoh:

Hurup kode NYA re rm

N = Kabel jenis standar dengan tembaga sebagai penghantar

Y = Isolasi PVC

A = Kawat berisolasi

Re = Penghantar padat bulat

Rm = penghantar bulat berkawat banyak.

Arti dari kode-kode tersebut dapat dilihat pada Tabel Nomenklatur Kode – kode kabel di Indonesia.

Pemakaian kabel listrik tenaga disesuaikan dengan kebutuhan, fungsi dan karakteristik kabel itu yang diatur dalam peraturan ketenagalistrikan maupun dalam aturan Persyaratan Umum Instalasi Listrik. Sebagai

contoh untuk pemasangan kotak kontak digunakan kabel dengan luas penampang minimal 2,5 mm^2.

Kabel untuk keperluan transmisi data dan informasi yang digunakan pada sistem komunikasi, industri, audio video dan komputer (kabel telepon, coaxial, fiber optik ,USB dll) sangat berbeda dengan kabel yang digunakan pada sistim tenaga listrik.

Terkait dengan hal ini ada beberapa hal yang patut dipertimbangkan dari suatu kabel. Resistansi, kapasitansi dan induktansi merupakan beberapa faktor penting yang bisa mempengaruhi penampilan sistem secara keseluruhan. Disamping itu ada aspek lain yang mempengaruhi kualitas sebuah kabel yaitu tipe konduktor dan kemurniannya (purity) bahan isolasi dan konektornya.

Untuk alasan keamanan setiap pemasangan instalasi listrik ataupun perangkat listrik maupun elektronika dilengkapi dengan ground.

Secara umum ground mempunyai beberapa fungsi utama diantaranya

- Perlindungan dari Tegangan Tinggi
- Penstabil Tegangan
- Mengatasi arus yang berlebih

Dalam sistim elektronika kususnya sistem audio video ”. Ground berarti sebuah titik referensi umum atau tegangan potensial yang diibaratkan sebagai “tegangan nol”.

2. Teknik Sambung

- **Sambungan kabel cara ekor babi (*pig tail*),** digunakan untuk menyambung atau mencabangkan satu atau beberapa kabel pada satu titik. Penyambungan cara ini sering dijumpai pada kotak sambung dan umumnya dipasang "lasdop" sebagai pengikat dan sekaligus sebagai isolasi.
- **Sambungan kabel cara puntir,** digunakan untuk menyambung antara dua kabel yang berbentuk satu garis lurus .
- **Sambungan kabel cara bolak balik (Turn Back),** menyambung cara bolak balik ini dimaksudkan untuk mendapatkan sambungan yang lebih kuat terhadap rentangan maupun tarikan.



- **Sambungan kabel bernadi banyak,** perlu cara khusus yaitu dengan menganyam sesuai dengan arah alurnya atau yang lebih dikenal dengan cara “Single Wrapped Cable Spice”.
- **Mencabang kabel datar (Plain joint),** antara rol-rol sekat dapat dilakukan pencabangan tanpa harus memutus kabel utamanya, melainkan hanya dikupas kabelnya sepanjang kebutuhan. Bentuk pencabangan datar ini bisa untuk cabang tunggal (Single Plain joint) atau bisa juga dalam bentuk cabang ganda (Cross Plain Joint).
- **Memcabang kabel simpul (Knotted tap joint),** menghasilkan jenis pencabangan kabel datar yang lebih kuat. Untuk itu bentuknya hampir menyerupai pencabangan datar. Bentuk pencabangan datar ini bisa untuk cabang simpul tunggal atau bisa juga dalam bentuk cabang simpul ganda.

3. Pembuatan PRT:

a) PRT atau PCB merupakan papan pemasangan komponen elektronika yang jalur hubungannya menggunakan papan berlapis tembaga

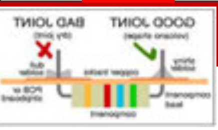
b) Kertas transparan, kalkir, maupun plastik transparan untuk OHP dapat dijadikan sebagai film dalam proses pembuatan PCB

c) Disebut film positip jika gambar jalur rangkaian dibuat hitam, dan disebut film negatip jika yang dihitamkan adalah dasarnya, sedangkan yang bening sebagai jalur rangkaiannya.

d) Pada metode gambar langsung, jalur rangkaian digambar langsung di atas bahan papan lapis tembaga kosong dengan menggunakan tinta / cat atau bahan tempel yang tahan (*resist*) terhadap cairan pelarut

4. Teknik *soldering desoldering*

Menyolder adalah proses membuat sambungan logam secara listrik dan mekanis menggunakan logam tertentu (timah) dengan menggabung-kannya dengan alat khusus (solder). Alat ini berfungsi untuk memanaskan sambungan pada suhu tertentu. Solder memiliki sebuah elemen pemanas



yang menghasilkan panas. Pada ujung elemen pemanas terdapat “bit”, bagian inilah yang memegang peran penting dalam pemanasan dan penyolderan.

d. Tugas

a) Lakukan identifikasi jenis-jenis kabel yang sudah disiapkan dan kegunaannya dengan benar dan aplikasi pemakaiannya !

b) Lakukan pembuatan macam-macam teknik sambung:

   a. Sambungan kabel cara ekor babi (*pig tail*)
   b. Sambungan kabel cara puntir
   c. Sambungan kabel cara bolak balik (Turn Back)
   d. Sambungan kabel bernadi banyak
   e. Mencabang kabel datar (Plain joint)
   f. Memcabang kabel simpul (Knotted tap joint)

c) Lakukan pembuatan Papan Rangkaian Tercetak (PRT).

d) Lakukan *soldering desoldering*

e. Tes Formatif

1. Apakah makna Hurup kode pada kabel NYA re rm ?
2. Mengapa sambungan kabel cara puntir dipakai ?
3. Jelaskan langkah-langkah membuat PCB !
4. Jelaskan pengertian menyolder !

f. Lembar Jawab Tes Formatif

1. Makna Hurup kode NYA re rm :

   N = Kabel jenis standar dengan tembaga sebagai penghantar
   Y = Isolasi PVC
   A = Kawat berisolasi
   Re = Penghantar padat bulat
   Rm = penghantar bulat berkawat banyak.

2. Sambungan ini digunakan untuk menyambung antara dua kabel yang berbentuk satu garis lurus .

   Menyambung cara puntir ini dibedakan menjadi dua jenis yaitu sambungan bell hangers dan sambungan western union. Perbedaan



dari kedua bentuk sambungan puntir tersebut terletak pada jumlah puntirannya, sedangkan cara menyambungnya adalah sama. Sambungan ini digunakan untuk menyambung kabel yang kurang panjang. Penyambungan cara ini sering dijumpai pada pekerjaan instalasi penerangan dalam rumah.

3. Langkah-langkah Membuat PCB
   a) Merancang tata letak dan jalur rangkaian berdasarkan diagram skema. Untuk mempermudah dalam merancang tata letak digunakan kertas grid. Tata letak yang dihasilkan kemudian digunakan untuk merancang jalur rangkaian dengan menggunakan kertas transparan. Caranya yaitu dengan meletakan kertas transparan (tembus cahaya) di atas gambar tata letak kemudian gambar jalur rangkaian. Selain kertas transparan dapat digunakan kertas kalkir atau plastik transparasi untuk OHP. Gambar jalur rangkaian pada kertas transparan ini dapat disebut sebagai *film*. Disebut film positip jika gambar jalur rangkaian dibuat hitam . Disebut film negatif jika yang dihitamkan adalah dasarnya, sedang yang bening sebagai jalur rangkaian-nya.
   b) Gambar jalur rangkaian pada kertas transparan (*film*) kemudian disalin ke atas papan lapis tembaga kosong. Penyalinan ini dapat dipilih salah satu diantara tiga metode, yaiu metode gambar langsung, metode fotografik atau metode sablon.
4. Menyolder adalah proses membuat sambungan logam secara listrik dan mekanis menggunakan logam tertentu (timah) dengan menggabung-kannya dengan alat khusus (solder). Alat ini berfungsi untuk memanaskan sambungan pada suhu tertentu. Solder memiliki sebuah elemen pemanas yang menghasilkan panas. Pada ujung elemen pemanas terdapat “bit”, bagian inilah yang memegang peran penting dalam pemanasan dan penyolderan.

g. Lembar Kerja Peserta didik

1. Alat dan Bahan

- Peralatan tulis.
- Macam-macam jenis Kabel.
- Toolset
- Solder
- Timah
- Layout PCB
- Sterika listrik
- PCB polos
- Peralatan etching
- Bahan etching (FeCl)
- Mesin bor PCB
- Komponen sesuai dengan layout PCB

2. Keselamatan Kerja

a) Ikutilah instruksi dari instruktur/guru ataupun prosedur kerja yang tertera pada lembar kerja.

b) Mintalah ijin dari instruktur anda bila hendak melakukan pekerjaan yang tidak tertera pada lembar kerja.

3. Langkah Kerja

a) Persiapkan alat dan bahan praktikum secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.

b) Perhatikan instruksi praktikum yang disampaikan oleh guru/ instruktur.

c) Buatlah catatan-catatan penting kegiatan praktikum secara ringkas.

d) Lakukan tugas-tugas di atas sesuai bimbingan instruktur anda.

e) Setelah selesai, bereskan kembali peralatan dan bahan yang telah digunakan seperti keadaan semula.

4. Tugas

a) Lakukan identifikasi jenis-jenis kabel yang sudah disiapkan dan kegunaannya dengan benar dan aplikasi pemakaiannya !

b) Lakukan pembuatan macam-macam teknik sambung:

- Sambungan kabel cara ekor babi (*pig tail*)
- Sambungan kabel cara puntir

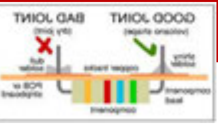


- Sambungan kabel cara bolak balik (Turn Back)
- Sambungan kabel bernadi banyak
- Mencabang kabel datar (Plain joint)
- Mencabang kabel simpul (Knotted tap joint)

c) Lakukan pembuatan Papan Rangkaian Tercetak (PRT).

d) Lakukan *soldering desoldering*

e) Berilah saran dan tanggapan anda terhadap sistem tersebut sesuai dengan pengetahuan baru yang anda peroleh setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar ini.



III.Penerapan

A. Attitude skills

Kata bijak dalam Attitude skills: "*Holding yourself accountable for job performance begins with holding yourself accountable for your attitude*".

Dalam buku teknik kerja bengkel ini, diharapkan peserta mengembangkan attitute skill, kesadaran dan pemahaman yang tinggi, bagaimana agar yang bersangkutan berani mengatakan "**Ya, saya bisa**!" pada pendekatan untuk semua yang mereka lakukan. Melalui evaluasi diri, latihan aplikasi dan mengembangkan rencana aksinya, dan memfokuskan kembali untuk mencapai tujuan materi pembahasan setiap topik pada buku teknik kerja bengkel ini.

Adapun Konsep dan penerapan Attitute skill pada pekerjaan teknik kerja bengkel ini meliputi:

- Memahami sikap
- Mengenali pentingnya sikap
- Sikap positif adalah cara untuk mendedikasikan diri Anda dan cara Anda berpikir
- Memeriksa cara berpikir Anda
- Mengembangkan atribut sikap Anda
- Mengembangkan sikap "Ya, saya bisa"
- Belajar kekuatan sikap
- Mengidentifikasi asal-usul sikap dan pengaruhnya
- Menerapkan prinsip-prinsip yang mengarah pada sikap positif
- Memiliki visi yang jelas dan singkat
- Melakukan pemeriksaan realitas impian Anda
- Jangan membiarkan rasa takut menghentikan kesuksesan Anda
- Menjual manfaat dari kinerja



- Bertanggung jawab atas sikap Anda, tindakan dan hasil Anda
- Mengambil tindakan spesifik yang akan mengarah pada sikap positif
- Menceritakan kisah untuk melukis gambaran keberhasilan
- Memancarkan optimisme
- Mengakui prestasi
- Apa yang harus dilakukan ketika Anda memiliki kekurangan/kelemahan.
- Apa yang harus dilakukan ketika orang lain memiliki kekurangan/kelemahan.
- Mengembangkan rencana aksi individu untuk mencapai sikap positif
- For most people, these skills and behaviors do not automatically happen. This is especially true in time of crisis and uncertainty. This training can do wonders for improved workplace morale and improved performance. Creating great workplace attitudes is not just the manager's job – it is everyone's job.

B. Kognitif skills

Keterampilan kognitif yang lemah yang mendasari mungkin menjadi alasan mengapa seseorang berjuang untuk membaca atau belajar pada bahkan dimulai tingkat dasar. Jika ini adalah penyebab kesulitan belajar, itu bisa dikoreksi. Targetnya dari kognitif skill untuk mencapai pemahaman yang lebih cepat , lebih mudah belajar dan membaca .
Hasil penerapan keterampilan kognitif individu membantu kita memahami bagaimana mereka mempengaruhi pembelajaran. Proses penerapan Keterampilan ini meliputi:

- Pengolahan Kecepatan : efisiensi dengan otak memproses data yang diterimanya . Kecepatan pemrosesan lebih cepat mengarah ke pemikiran yang lebih efisien dan belajar .

- Pengolahan Auditory : ini adalah keahlian khusus suara pengolahan . Hal ini melibatkan menganalisis, segmentasi dan pencampuran suara. Keterampilan pendengaran sangat penting jika seorang siswa untuk membaca, mengeja , dan belajar kata-kata baru atau konsep dengan baik.
- Pengolahan Visual: ini adalah kemampuan untuk menerima dan memanipulasi informasi visual. Menciptakan citra mental juga sangat berpengaruh membaca pemahaman dan memori jangka panjang.
- Memory : Memory termasuk memori jangka panjang , penyimpanan dan recall dan kerja memori jangka pendek . Proses gabungan membantu menciptakan konsep-konsep baru dan pemahaman .
- Logika dan Penalaran : Keterampilan ini diperlukan untuk pemecahan masalah dan perencanaan

C. Psikomotorik skills

Penerapan psikomotorik skills mensintesis kesimpulan berbasis empiris, serta teori yang relevan, mengenai proses pengembangan keterampilan psikomotor. Itu variabel yang akan terkandung dalam materi teknik kerja bengkel ini antara lain: (1) motivasi. (2) demonstrasi, (3) fisik praktek, (4) latihan mental, dan (5) umpan balik / pengetahuan tentang hasil.

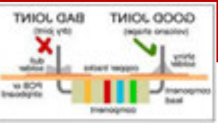
- Pemberian motivasi kepada seorang siswa memiliki pengaruh yang positif terhadap pengembangan keterampilan psikomotor.
- Demonstrasi meningkatkan perolehan keterampilan psikomotor. Semakin tinggi status orang (guru terhadap siswa) menyajikan demonstrasi, semakin besar pengaruh dari demonstrasi pada penguasaan keterampilan siswa. Tugas harus dipecah menjadi beberapa sub-unit untuk tujuan pengajaran. Keterampilan yang terlibat dalam setiap sub-unit harus dibuktikan secara berurutan, memungkinkan siswa untuk berlatih di masing-masing subunit sebelum pindah ke yang sub-unit berikutnya. Demonstrasi dapat



membantu mengurangi kecemasan atas melakukan keterampilan yang baru dilihatnya.

- Praktek dapat didefinisikan sebagai "... pengulangan dengan maksud meningkatkan kinerja”. Praktek yang sebenarnya dari keterampilan manipulatif sangat penting untuk kinerja yang diterimanya. Selain itu, kinerja aktual keterampilan secara efektif mengurangi rasa takut dan kecemasan yang menyertai kinerja banyak keterampilan .
- Penerapan latihan mental untuk meningkatkan keterampilan:
  - ✓ Siswa harus terbiasa dengan tugas (melalui pengalaman sebelumnya, demonstrasi, atau visual :) sebelum menggunakan teknik latihan mental.
  - ✓ Siswa perlu instruksi dalam penggunaan latihan mental.
  - ✓ Kombinasi latihan fisik dan mental harus memberikan keuntungan kinerja terbesar.
  - ✓ Keterampilan sederhana, atau keterampilan yang kompleks dipecah menjadi subunit, paling cocok untuk praktek.
  - ✓ Siswa harus melakukan latihan mental dalam waktu dan tempat mereka sendiri.

- Keterampilan umpan balik ini biasanya keterampilan kompleks yang dapat dipecah menjadi bagian-bagian, dampaknya pada perolehan keterampilan:
  - ✓ Tingkat peningkatan keterampilan tergantung pada kepresisian dan frekuensi kerja.
  - ✓ Sebuah keterlambatan dalam pengetahuan ini tidak mempengaruhi perolehan keterampilan. Namun, umpan balik adalah penting, terutama pada tahap awal berlatih keterampilan feedback sederhana.
  - ✓ Penarikan pengetahuan hasil penurunan kinerja pada tahap awal tidak mempengaruhi kinerja dalam tahap akhir.
  - ✓ Berbagai jenis umpan balik harus disediakan. termasuk visual, verbal, dan kinestetik. Penggunaan video taped dan umpan



balik lisan meningkatkan kinerja pada umpan balik dan keterampilan yang kompleks.

D. Produk/benda kerja sesuai kriteria standard

Sistem keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dan dasar-dasar kerja mekanik adalah merupakan dasar dari pekerjaan di bengkel teknik telekomunikasi. Untuk itu pada pekerjaan ini siswa harus dapat melakukan dan menguasai dengan benar meliputi:

- Menerapkan pekerjaan bengkel berdasarkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut standar dan undang-undang regional (nasional) dan internasional
- Menerapkan dasar-dasar kerja mekanik seperti teknik sambung, dan teknik soldering desoldering di bidang rekayasa fabrikasi peralatan telekomunikasi.



Daftar Pustaka

1. Drs. I Komang Sumardika , 2005, Ketrampilan dasar perbengkelan
2. https://www.osha.gov/dte/grant_materials/fy07/sh-16615-07/arc_flash_handout.pdf
3. http://www.wikihow.com/Determine-when-to-Use-Arc-Fault-Circuit-Interrupters-(Af-Circuit-Breakers)
4. http://sp.ehs.cornell.edu/lab-research-safety/research-safety/msds/Pages/default.aspx
5. http://www.wpsac.org, Understanding “Arc Flash”
6. Marfuatun, S.Pd.Si, mengakses lembar data keselamatan bahan di internet
7. Product Safety and Quality TUV Rheinland of North America, Inc.
8. Rahayu Kusumastuti, Itjeu Karliana, Pengenalan MSDS bahan kimia dalam proses reaksi bunsen untuk menunjang keselamatandan kesehatan kerja, Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir - BATAN
9. Tim Kurikulum SMK Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS, 2003, Menyambung dan mencabang kabel, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan